



Journal of Tropical AgriFood

Vol. 7 No.2, Desember 2025

Table of Contents

- Karakteristik mutu sosis vegetarian jamur sawit (*Volvariella volvacea*) dengan penambahan tepung biji durian termodifikasi Lina Widawati, Welin Camelia Putri, Andwini Prasetya 85 - 92
- Mutu organoleptik pasta ravioli bebas-gluten menggunakan tepung kentang dan edamame sebagai alternatif menu bagi anak penderita autisme Chardina Dianovita, Praseptia Gardfarini, Farida Farida, Enita Rahayu, Retno Wulandari 93 - 99
- Analisis ketahanan pangan rumah tangga petani berdasarkan proporsi pengeluaran pangan dan kecukupan energi di Kecamatan Mantup Kabupaten Lamongan Melinda Bilqis, Hamidah Hendrarini, Dita Atasa 100 - 109
- Jumlah total bakteri dan identifikasi bakteri *Salmonella* sp. pada bakso ikan di Pasar Induk Gedebage Kota Bandung Sinta Firanida, Junianto Junianto, Rita Rostika, Iis Rostini 110 - 122
- Analysis of performance and roasting quality in a rotary cylinder-type coffee roasting machine Isran Mohamad Pakaya, Radi Radi, Bambang Purwantana, Agus Dharmawan 123 - 132
- Optimasi perbedaan pelarut pada pembuatan nanopartikel air cucian beras untuk bahan dasar face toner sebagai sediaan skincare pembersih wajah penangkal merkuri Feni Mayang Sari, Fathiyah Karimah, Rindiani Dwi Saputri, Muflihah Muflihah 133 - 141
- Pengaruh pemberian tepung Yakon (*Smallanthus sonchifolius*) terhadap profil glukosa darah pada tikus model diabetes Yuniars Renowening, Titik Dwi Novianti, Muhammad Rosyid Ridho 142 - 149
- Pemanfaatan bubur kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai pensubstitusi tepung beras ketan dalam pembuatan dodol Zauhar Alhafiz, Hadi Suprpto 148 - 152
- Pengaruh jenis beras, cara masak dan lama penyimpanan terhadap kadar glukosa nasi Amanda Rabiyyatul Sabila, Eka Farpina, Ganea Qorry Aina 153 - 164
- Daya terima kulit pie substitusi tepung pisang termodifikasi fisik sebagai alternatif pangan rendah gluten Nathasa Khalida Dalimunthe, Dega Rizki Widiana, Kiki Puspasari, Zukryandry Zukryandry 165 - 172



Indexed By



Published by

Department of Agricultural Products Technology, Faculty of Agriculture Mulawarman University
Jointly With Indonesian Association of Food Technologist (PATPI).



Journal of Tropical AgriFood

PENERBIT

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Mulawarman
Jl.Tanah Grogot Kampus Gunung Kelua
Samarinda 75119

KETUA EDITOR

Prof. Dr.oec.troph. Ir. Krishna Purnawan Candra, M.S

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, Samarinda

EDITOR

Prof. Dr. Bernatal Saragih, S.P, M.Si

Dr. Aswita Emmawati, S.TP, M.Si

Sulistyo Prabowo, S.TP, M.P, MPH, Ph.D

Anton Rahmadi, S.TP, M.Sc, Ph.D

Dr. Miftakhurrohmah S.P, M.P

Magfirotin Marta Banin, S.Pi, M.Sc

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, Samarinda

Yulian Andriyani, S.TP., M.Sc

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, Samarinda

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si

Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Indonesia

Prof. Dr. Ir. Elisa Julianti, M.Si

Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan

Prof. Dr. Ir. Dodik Briawan, MCN

Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Prof. Dr. Ir. Khaswar Syamsu, M.Sc

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Dr. Ir. Meika Syahbana Roesli, M.Sc

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Dr. Ir.V. Prihananto, M.Si

Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Dr. Nanik Suhartatik, S.TP, M.P

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi dan Industri Pangan, Universitas Slamet Riyadi, Surakarta

ALAMAT REDAKSI

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman
Jalan Tanah Grogot Kampus Gunung Kelua
Samarinda 75119

Telp/Fax 0541-749159 / 0541-738741

e-mail: jtropicalagrifood@gmail.com

Penelitian

Halaman

Karakteristik mutu sosis vegetarian jamur sawit (*Volvariella volvaceae*) dengan penambahan tepung biji durian termodifikasi **Lina Widawati, Welin Camelia Putri, Andwini Prasetya**..... 85-92

Mutu organoleptik pasta ravioli bebas-gluten menggunakan tepung kentang dan edamame sebagai alternatif menu bagi anak penderita autism **Chardina Dianovita, Praseptia Gardiarini, Farida Farida, Enita Rahayu, Retno Wulandari**..... 93-99

Analisis ketahanan pangan rumah tangga petani berdasarkan proporsi pengeluaran pangan dan kecukupan energi di Kecamatan Mantup Kabupaten Lamongan **Melinda Bilqis, Hamidah Hendrarini, Dita Atasa**..... 100-109

Jumlah total bakteri dan identifikasi bakteri *Salmonella* sp. pada bakso ikan di Pasar Induk Gedebage Kota Bandung **Sinta Firanida, Junianto Junianto, Rita Rostika, Iis Rostini**..... 110-122

Analysis of performance and roasting quality in a rotary cylinder-type coffee roasting machine **Isran Mohamad Pakaya, Radi Radi, Bambang Purwantana, Agus Dharmawan** 123-132

Optimasi perbedaan pelarut pada pembuatan nanopartikel air cucian beras untuk bahan dasar face toner sebagai sediaan skincare pembersih wajah penangkal merkuri **Feni Mayang Sari, Fathiyah Karimah, Rindiani Dwi Saputri, Muflihah Muflihah** 133-141

Pengaruh pemberian tepung Yakon (*Smallanthus sonchifolius*) terhadap profil glukosa darah pada tikus model diabetes **Yuniars Renowening, Titik Dwi Novianti, Muhammad Rosyid Ridho**..... 142-147

Pemanfaatan bubur kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai substitusi tepung beras ketan dalam pembuatan dodol **Zauhar Alhafiz, Hadi Suprpto**... 148-157

Pengaruh jenis beras, cara masak dan lama penyimpanan terhadap kadar glukosa nasi **Amanda Rabiyyatul Sabila, Eka Farpina, Ganea Qorry Aina** 158-164

Daya terima kulit pie substitusi tepung pisang termodifikasi fisik sebagai alternatif pangan rendah gluten **Nathasa Khalida Dalimunthe, Dea Rizki Widianana, Kiki Puspasari, Zukryandry Zukryandry**..... 165-172

PEDOMAN PENULISAN

Journal of Tropical AgriFood

Pengiriman naskah

Journal of Tropical AgriFood menerima naskah berupa artikel hasil penelitian dan ulasan balik (review) yang belum pernah dipublikasikan pada majalah/jurnal lain. Penulis diminta mengirimkan artikel melalui online-submission pada laman Web Tropical AgriFood. Artikel ditulis dengan Microsoft Word.

Format

Umum. Naskah diketik dua spasi dengan *line number* pada kertas A4 dengan tepi atas dan kiri 3 centimeter, kanan dan bawah 2 centimeter menggunakan huruf Times New Roman 12 point, maksimum 12 halaman. Setiap halaman diberi nomor secara berurutan. Ulasan balik (review) ditulis sebagai naskah sinambung tanpa subjudul Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan. Selanjutnya susunan naskah dibuat sebagai berikut :

Judul. Pada halaman judul tuliskan judul, nama setiap penulis, nama dan alamat institusi masing-masing penulis, dan catatan kaki yang berisi nama, alamat, nomor telepon dan faks serta alamat E-mail jika ada dari corresponding author. Jika naskah ditulis dalam bahasa Indonesia tuliskan judul dalam bahasa Indonesia diikuti judul dalam bahasa Inggris.

Abstrak. Abstrak ditulis dalam bahasa Inggris dengan judul "ABSTRACT" maksimum 250 kata. Kata kunci dengan judul "Keyword" ditulis dalam bahasa Inggris di bawah abstrak.

Pendahuluan. Berisi latar belakang dan tujuan.

Bahan dan Metode. Berisi informasi teknis sehingga percobaan dapat diulangi dengan teknik yang dikemukakan. Metode diuraikan secara lengkap jika metode yang digunakan adalah metode baru.

Hasil dan Pembahasan. *Hasil*, berisi hanya hasil-hasil penelitian baik yang disajikan dalam bentuk tubuh tulisan, tabel, maupun gambar. Foto disertakan dalam bentuk *file* tersendiri. *Pembahasan*, berisi interpretasi dari hasil penelitian yang diperoleh dan dikaitkan dengan hasil-hasil penelitian yang pernah dilaporkan (publikasi).

Ucapan Terima Kasih. Digunakan untuk menyebutkan sumber dana penelitian dan untuk memberikan penghargaan kepada beberapa institusi atau orang yang membantu dalam pelaksanaan penelitian dan atau penulisan laporan.

Sitasi dan Daftar Pustaka. Ditulis dengan menggunakan *style* yang digunakan pada "*Annals of Microbiology*".

Jurnal

Wang SS, Chiang WC, Zhao BL, Zheng X, Kim IH (1991) Experimental analysis and computer simulation of starch-water interaction. *J Food Sci* 56(2): 121-129.

Buku

Charley H, Weaver C (1998) *Food a Scientific Approach*. Prentice-Hall Inc USA

Bab dalam Buku

Gordon J, Davis E (1998) Water migration and food storage stability. Dalam: *Food Storage Stability*. Taub I, Singh R. (eds.), CRC Press LLC.

Abstrak

Rusmana I, Hadioetomo RS (1991) *Bacillus thuringiensis* Berl. dari peternakan ulat sutra dan toksisitasnya. Abstrak Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Bogor 2-3 Des 1991. p. A-26.

Prosiding

Prabowo S, Zuheid N, Haryadi (2002) Aroma nasi: Perubahan setelah disimpan dalam wadah dengan suhu terkendali. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional PATPI*. Malang 30-31 Juli 2002. p. A48.

Skripsi/Tesis/Disertasi

Meliana B (1985) Pengaruh rasio udang dan tapioka terhadap sifat-sifat kerupuk udang. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta.

Informasi dari Internet

Hansen L (1999) Non-target effects of Bt corn pollen on the Monarch butterfly (Lepidoptera: Danaidae). <http://www.ent.iastate.edu/entsoc/ncb99/prog/abs/D81.html> [21 Agu 1999].

Bagi yang naskahnya dimuat, penulis dikenakan biaya Rp 175.000,00 (seratus tujuh puluh lima ribu rupiah).

Hal lain yang belum termasuk dalam petunjuk penulisan ini dapat ditanyakan langsung kepada REDAKSI Journal of Tropical AgriFood melalui email: jtropicalagrifood@gmail.com.

KARAKTERISTIK MUTU SOSIS VEGETARIAN JAMUR SAWIT (*Volvariella volvaceae*) DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG BIJI DURIAN TERMODIFIKASI

*Quality Characteristics of Palm Mushroom (*Volvariella volvaceae*) Vegetarian Sausage with the Addition of Modified Durian Seed Flour*

Welin Camelia Putri, Lina Widawati*, Andwini Prasetya

Universitas Dehasen Bengkulu

*)Penulis korespondensi: linawida84@unived.ac.id

Submisi 9.5.2025; Penerimaan 31.12.2025; Dipublikasikan 31.12.2025

ABSTRAK

Sosis merupakan bentuk olahan pangan yang dibuat dari pencampuran daging halus dan tepung atau pati dengan bumbu serta bahan tambahan makanan yang diizinkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakteristik mutu sosis jamur sawit dengan penambahan tepung biji durian termodifikasi. Penelitian ini adalah penelitian faktor tunggal (penambahan tepung biji durian termodifikasi) yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap dengan 6 taraf perlakuan, yaitu 15, 30, 45, 60, 75, dan 90 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan porsi tepung biji durian termodifikasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap respons organoleptik hedonik untuk warna, aroma dan penilaian keseluruhan sosis jamur sawit, namun berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap respons organoleptik hedonik untuk rasa dan tekstur. Menggunakan metode pembobotan aditif, perlakuan yang memberikan respons organoleptik hedonik terbaik adalah penambahan tepung biji durian termodifikasi sebanyak 45 g. Perlakuan tersebut menghasilkan sosis dengan karakteristik sensoris hedonik suka untuk atribut warna, aroma, dan rasa, sedangkan untuk atribut tekstur dan penilaian keseluruhan mendapatkan respons agak suka. Karakteristik kimia sosis jamur sawit tersebut adalah mempunyai kadar air, serat dan protein, berturut-turut 69,73%, 3,25%, dan 10,00%.

Kata kunci : jamur sawit; tepung biji durian termodifikasi; sosis

ABSTRACT

Sausage is a form of processed food made from mixing fine meat and flour or starch with spices and permitted food additives. This study aims to characterize the quality of palm mushroom sausage with the addition of modified durian seed flour. This study was a single-factor experiment (addition of modified durian seed flour) arranged in a Complete Random Design with six levels of treatment: 15, 30, 45, 60, 75, and 90 g. The results showed that the addition of a portion of modified durian seed flour had an insignificant effect ($p > 0.05$) on the hedonic organoleptic response to color, aroma, and overall assessment of the palm mushroom sausage, but had a significant effect ($p < 0.05$) on the hedonic organoleptic response to taste and texture. Using the additive weighting technique, the treatment that provided the best hedonic organoleptic response was the addition of 45 g modified durian seed flour. The treatment resulted in sausages with hedonic sensory characteristics like for color, aroma, and flavor attributes, while for texture attributes and overall judgment get a rather like response. The chemical characteristics of the palm mushroom sausage are that it has a moisture, fiber and protein content of 69.73%, 3.25%, and 10.00%, respectively.

Keywords: palm mushrooms; modified durian seed flour; sausage

PENDAHULUAN

Sosis adalah olahan pangan yang dibuat dari daging halus yang dicampur dengan

tepung atau pati dengan bumbu dan bahan tambahan makanan yang diizinkan, kemudian dimasukkan kedalam selongsong sosis. Sosis banyak digemari oleh semua kalangan

masyarakat sebagai pangan sumber protein dan nilai gizi lain yang praktis (Prayitno et al., 2022). Umumnya sosis dibuat dari daging sapi atau daging ayam yang memiliki protein tinggi serta tersedia cukup banyak di pasaran (Widawati dan Sari (2019). Namun daging sapi dan ayam mempunyai karakteristik kandungan lemak yang tinggi yang dapat mengakibatkan gangguan *cardiovascular*. Inovasi sosis vegetarian alternatif perlu dilakukan untuk penyediaan pangan sehat yang seimbang, sosis dengan kadar lemak rendah dan serat tinggi.

Jamur sawit (*Volvariella* sp.) adalah salah satu bahan pangan fungsional dan edible (Santoso et al., 2021) yang saat ini ramai dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar perkebunan sawit (Masitah et al., 2023). Ketersediaannya yang cukup tinggi membuatnya berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku sosis vegetarian. Jamur sawit mempunyai kadar protein dan serat yang cukup tinggi yaitu sebesar 3,8% dan 1,3%. Sebaliknya kandungan lemak jamur merang cukup rendah, yaitu 0,6% (Prasetya, 2019).

Dalam pembuatan sosis, umumnya menggunakan bahan pengikat, pengisi, maupun emulsifier yang berperan sebagai stabilisator maupun pembentuk gel agar kompak dan tidak berongga. Bahan pengisi dan pengikat yang umum digunakan adalah tepung tapioka (Bulkaini et al., 2020), bahan pengenyal (Sodium Tripolyphosphate, STPP) (Amaliyah et al., 2024), karagenan (Ganesan et al., 2019) maupun tepung lainnya seperti tepung termodifikasi (Tremlova et al., 2022). Penggunaan tepung termodifikasi diharapkan dapat memberikan karakteristik sosis vegetarian mirip dengan sosis pada umumnya yang terbuat dari daging. Penelitian ini melaporkan pengaruh porsi tepung biji durian termodifikasi terhadap respons organoleptik hedonik sosis vegetarian janur sawit. Penggunaan tepung biji durian termodifikasi diharapkan dapat meningkatkan mutu sosis vegetarian jamur sawit.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jamur sawit (*Volvariella volvacea*) hasil limbah tandan kosong kelapa

sawit di perkebunan masyarakat Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu. Biji durian diperoleh dari durian lokal Bengkulu. Ragi tape, telur, garam, bawang putih, bawang merah, merica, margarin, dan kaldu jamur diperoleh dari pasar tradisional Bengkulu.

Bahan kimia yang digunakan H_2SO_4 , NaOH, H_3BO_3 dan indikator BCG-MR diperoleh dari Merck.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan satu perlakuan (faktor tunggal) dengan 6 taraf perlakuan yaitu penambahan tepung biji durian termodifikasi sebanyak 15, 30, 45, 60, 75, dan 90 g, masing-masing diulang tiga kali. Data dianalisis dengan ANOVA dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan metode pembobotan aditif yang diperkenalkan oleh DeGarmo et al. (1989). Metode ini sering digunakan dalam pemilihan perlakuan terbaik yang digunakan pada penelitian-penelitian teknik industri dan teknologi pertanian (Prameswari dan Estiasih, 2013; Kartika, 2025). Perhitungannya dimulai dengan:

- Melakukan penentuan bobot untuk setiap parameter. Nilai bobot berkisar antara 0 sampai 1 dengan ketentuan bahwa jumlah bobot semua parameter sama dengan 1.
- Menentukan nilai (data) terbaik dan terburuk untuk setiap parameter.
- Melakukan normalisasi data setiap parameter (menentukan nilai efektivitas, N_e) dengan menggunakan rumus
$$N_e = \frac{\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai terburuk}}{\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai Terburuk}}$$
- Menentukan Nilai Hasil (N_h) dengan rumus $N_h = N_e \times \text{bobot parameter}$.
- Menjumlah N_h untuk mendapatkan nilai total (N_{total}).
- Penentuan perlakuan terbaik, yaitu perlakuan dengan perolehan N_{total} tertinggi.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu pengolahan tepung biji durian termodifikasi, pengolahan sosis jamur sawit, dan tahap

analisis. Pengolahan tepung biji durian termodifikasi dilakukan melalui tahapan sortasi biji durian, pengupasan kulit ari biji, pencucian, kemudian perebusan selama ± 15 menit dan selanjutnya didiamkan pada suhu ruang. Setelah dingin, biji durian diiris tipis, kemudian ditambahkan ragi tape sebanyak 300 g untuk 1 kg biji durian dan dicampur secara merata, lalu biji durian didiamkan pada suhu ruang. Setelah 24 jam fermentasi, biji durian dijemur pada panas matahari selama 5 hari, dilanjutkan dengan penghaluskan menggunakan blender (Phillips, tipe HR2115, Thailand) dan kemudian diayak menggunakan ukuran 60 mesh untuk menghasilkan tepung biji durian termodifikasi.

Pengolahan sosis jamur sawit dilakukan menyiapkan 250 gram jamur sawit potong, kemudian melakukan proses *blancing* dengan perebusan selama 5 menit, lalu ditiriskan dan dicuci dengan air dingin. Jamur sawit dihaluskan dengan blender, lalu dicampur dengan bumbu, yaitu bawang merah 15 g, bawang putih 20 g, merica 2 g, garam 10 g, telur 40 g, margarin 15 g dan garam 10 g, dan kaldu jamur 6 g. Kaldu jamur disiapkan dari air rebusan (*blancing*) jamur. Kemudian ditambahkan tepung biji durian termodifikasi sesuai perlakuan (15 – 90 g). Selanjutnya adonan dimasukkan ke dalam cetakan sosis

dan dikukus pada selama 15 menit, lalu ditiriskan dan didinginkan dalam air es.

Prosedur Analisis

Analisis yang dilakukan adalah uji organoleptik hedonik untuk warna, aroma, tekstur dan rasa, serta penilaian keseluruhan (Soekarto, 1985). Sosis vegetarian yang memperoleh respons organoleptik hedonik terbaik dianalisis karakteristik kimianya, meliputi kadar air (AOAC, 2005), kadar serat (Larasati et al., 2017), dan kadar protein (Sudarmadji et al., 2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Organoleptik

Kadar tepung Biji Durian Termodifikasi (BDT) berpengaruh nyata terhadap karakteristik organoleptik hedonik untuk atribut tekstur dan rasa ($p < 0,05$) tetapi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) untuk atribut warna, aroma, dan penilaian keseluruhan (Tabel 1). Secara umum, penambahan kadar tepung BDT mulai 15 - 45 g memberikan peningkatan respons organoleptik hedonik sosis vegetarian jamur sawit. Sebaliknya, penambahan tepung BDT lebih besar dari 45 g akan cenderung menurunkan respons organoleptik hedoniknya (Gambar 1.)

Tabel 1. Pengaruh kadar tepung Biji Durian Termodifikasi (BDT) terhadap karakteristik organoleptik hedonik sosis vegetarian jamur sawit

Porsi Tepung BDT (g)	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	Keseluruhan
15	3,80 ^a	3,05 ^a	2,15 ^{bc}	2,60 ^b	3,20 ^a
30	3,70 ^a	3,10 ^a	3,25 ^a	2,70 ^{ab}	3,30 ^a
45*	4,00 ^a	4,05 ^a	3,40 ^a	3,80 ^a	3,45 ^a
60	3,60 ^a	3,45 ^a	2,90 ^{ab}	3,30 ^{ab}	3,10 ^a
75	3,50 ^a	2,40 ^a	2,55 ^b	3,65 ^{ab}	2,90 ^a
90	2,55 ^b	2,35 ^a	2,00 ^c	3,60 ^{ab}	2,80 ^a

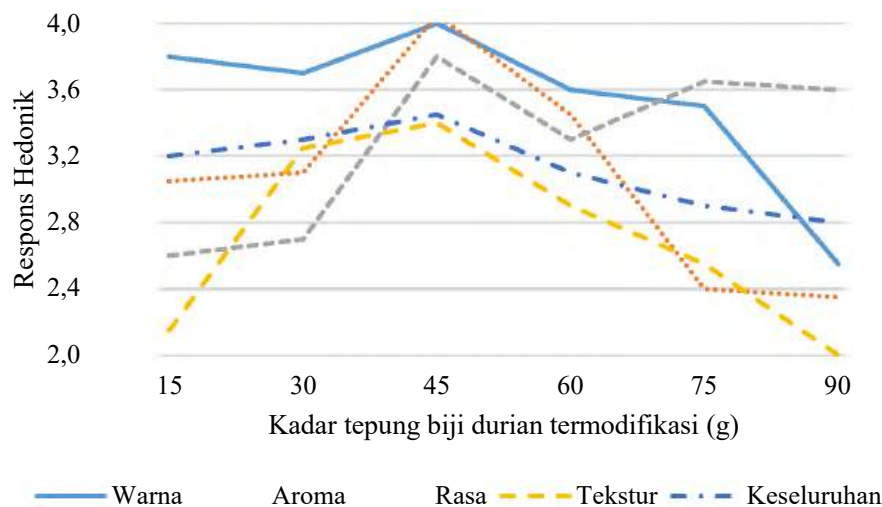
Keterangan: Data setiap sampel diperoleh dari 20 buah data sensoris. Data dianalisis dengan ANOVA. Data pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$). Skor organoleptik hedonik 1 – 5 menunjukkan sangat tidak suka, tidak suka, agak suka, suka, dan sangat suka. *) Perlakuan yang menghasilkan respons organoleptik hedonik terbaik.

Penggunaan tepung BDT dengan porsi 15 – 90 g untuk dalam campuran dengan 250 g jamur tiram menghasilkan sosis vegetarian yang mendapatkan respons organoleptik yang berbeda tidak nyata, berkisar antara agak suka (2,55) sampai suka (4,00). Skor yang digunakan adalah 1 – 5 untuk respons sangat tidak suka – sangat suka. Warna dapat

menentukan mutu makanan yang dapat dijadikan patokan sehingga bisa menentukan citarasa, tekstur, nilai gizi dan sifat mikrobiologis produk (Winarno, 2004). Warna pada makanan merupakan penampilan yang diperlukan untuk menggugah selera agar makanan menjadi lebih menarik. Bahkan pada beberapa produk sering diberikan bahan

tambahan makanan seperti pewarna makanan agar terlihat lebih menarik. Akan tetapi ada

beberapa bahan pangan tertentu yang memiliki warna alami.



Gambar 1. Tren pengaruh kadar (porsi) tepung biji durian termodifikasi terhadap respons hedonik sosis vegetarian jamur sawit

Seperti halnya warna, respons yang diperoleh untuk atribut aroma dan penilaian keseluruhan sosis vegetarian jamur sawit dengan proses pengolahan menggunakan penambahan tepung BDT 15 – 90 g untuk 250 g jamur sawit mendapatkan sosis dengan respons organoleptik yang berbeda tidak nyata. Respons organoleptik sosis vegetarian jamur sawit tersebut untuk atribut aroma tersebut sangat lebar, yaitu berkisar antara *tidak suka* (2,35) hingga *suka* (4,05). Hasil ini menunjukkan keragaman yang tinggi akibat bervariasinya respons yang diperoleh dari panelis dalam setiap perlakuan.

Tidak seperti respons organoleptik hedonik untuk warna yang sangat lebar hasilnya, respons organoleptik hedonik untuk penilaian keseluruhan menunjukkan kisaran yang tidak terlalu lebar, yaitu *agak suka* (2,80 – 3,45).

Tekstur dan rasa merupakan dua atribut penentu pada produk sosis. Tekstur dinilai melalui sentuhan kulit atau pencicipan. Kriteria yang dapat menggambarkan kesukaan terhadap tekstur dilakukan cara perabaan atau pengecap untuk menilai kehalusan/kekasaran, kelembekan, dan keempukan/kekerasan. Sedangkan rasa dihasilkan oleh pengecap lidah dari rangsangan kimiawi, terutama rasa dasar seperti manis, asin, asam, dan pahit (Soekarto, 1985).

Pada penelitian ini penggunaan tepung BDT 15 – 90 g memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap respons organoleptik hedonik untuk atribut tekstur dan rasa. Respons organoleptik hedonik untuk rasa berkisar antara *agak suka* (2,60) sampai *suka* (3,80), sedangkan untuk atribut penilaian keseluruhan berkisar antara *tidak suka* (2,00) sampai *agak suka* (3,40). Sosis vegetarian jamur sawit yang dihasilkan pada penelitian ini bertekstur agak sedikit kenyal serta berserat. Widawati dan Sari (2019) menyatakan bahwa tekstur yang padat dan kenyal adalah salah satu kriteria kualitas sosis yang baik.

Perlakuan Terbaik

Penentuan porsi penambahan tepung BDT yang menghasilkan sosis vegetarian jamur sawit yang paling baik dilakukan dengan menghitung indeks efektivitas menggunakan metode Pembobotan aditif yang disarankan oleh DeGarmo, menggunakan bobot untuk setiap parameter (atribut organoleptik), masing-masing adalah 0,30 untuk tekstur; 0,25 untuk rasa; 0,10 untuk warna; 0,15 untuk aroma; dan 0,20 untuk penilaian keseluruhan. Nilai total tertinggi dihasilkan oleh perlakuan dengan penggunaan tepung BDT sebanyak 45 g, yaitu 1,00 (Tabel 2).

Tabel 2. Penentuan perlakuan terbaik berdasarkan karakteristik respons organoleptik hedonik sosis vegetarian jamur sawit 250 jamur sawit

Tepung BFT (g)	Nilai Efektivitas (Ne)					Nilai Hasil (Nh)					N _{total} = Σ Nh
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Keselu- ruhan	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Keselu- ruhan	
15	0,86	0,41	0,00	0,11	0,62	0,06	0,05	0,00	0,04	0,17	0,32
30	0,79	0,44	0,08	0,89	0,77	0,06	0,06	0,02	0,29	0,21	0,63
45	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,07	0,13	0,20	0,33	0,27	1,00
60	0,72	0,65	0,58	0,64	0,46	0,05	0,08	0,12	0,21	0,12	0,59
75	0,66	0,03	0,88	0,39	0,15	0,05	0,00	0,18	0,13	0,04	0,40
90	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17

Keterangan: Setiap perlakuan (pori tepung Biji Durian Termodifikasi 15 – 90 g) digunakan sebagai bahan campuran dengan jamur sawit sebanyak 250 g.

Karakteristik Kimia

Sampai saat ini belum tersedia SNI untuk sosis vegetarian, sehingga dalam penelitian ini digunakan SNI 3820-2015 untuk sosis daging untuk dua parameter terpilih yaitu kadar air dan kadar serat, yaitu kadar air maksimal 67,0% dan kadar serat maksimal 25% (BSN, 2015).

Karakteristik kimia sosis vegetarian jamur sawit yang dihasilkan pada penelitian ini adalah kadar air 69,73% (*wet basis*), kadar serat 3,25%, dan kadar protein 10,00%. Kadar air dalam bahan pangan sangat penting untuk stabilitas mutu produk. Kadar air yang tinggi akan mempermudah pertumbuhan mikroba (Winano, 2004). Sosis vegetarian jamur sawit terpilih, mempunyai kadar air sedikit diatas (~ 3%) kadar air yang ditetapkan oleh SNI. Jamur sawit mengandung kadar air cukup tinggi yaitu 91,94% (Mustangin, 2020). Hal ini menjadi tantangan dalam proses pengolahan sosis vegetarian dari jamur sawit, sehingga perlu dicari alternatif penggunaan bahan lain sebagai bahan campuran pembuatannya, misalnya tempe (Apriliyani et al., 2025; Kurnia et al., 2022). Penggunaan tempe dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi kadar air yang terlalu tinggi pada sosis jamur sawit yang dihasilkan. Sosis tempe kedelai mempunyai kadar air sekitar 44,88% (Wulandari et al., 2013). Selain dapat menambah kadar protein sosis vegetarian yang dihasilkan, tempe juga menyediakan vitamin B₁₂ yang penting tersedia bagi vegan (Lederer et al., 2019). Kandungan protein sosis daging menurut SNI 3820-2015 adalah

minimal 13,0% (BSN, 2015). Daging sebagai sumber protein pangan yang berasal dari hewan (Nurul et al., 2010) dapat diganti dengan protein nabati yang berasal dari produk pangan nabati kaya protein seperti kedelai. Biji kedelai mempunyai kandungan protein sebesar 36,5% (Winarsi et al., 2010).

Kadar serat sosis vegetarian jamur sawit terpilih pada penelitian ini mempunyai kadar serat 3,25%. Karakteristik ini memenuhi persyaratan SNI yang menetapkan kadar serat maksimal 25%. Hal ini memungkinkan untuk menggunakan pilihan bahan nabati lain yang sangat luas, misalnya jenis jamur lain seperti jamur tiram, singkong dan buah naga (Ajuansyah et al., 2023; Yanti et al., 2025), bulgur (Bayram and Bozkurt, 2007), buncis dan konsentrat kedelai (Carhuancho-Colca et al., 2024), pisang (Keerthana Priya et al., 2022) dan ubi jalar (Florensia et al., 2025) selain tempe yang telah disarankan sebelumnya.

KESIMPULAN

Jamur sawit berpotensi untuk dikembangkan menjadi bahan sosis vegetarian. Porsi tepung Biji Durian Termodifikasi (BDT) yang digunakan sebagai bahan pengisi berpengaruh nyata terhadap rasa dan tekstur sosis vegetarian jamur sawit. Formulasi jamur sawit sebanyak 250 g dan tepung BDT sebanyak 45 g menghasilkan sosis vegetarian yang mendapatkan respons organoleptik terbaik, yaitu warna dan aroma mendapatkan respons *suka* (4,00 – 4,05),

sedangkan rasa, tekstur serta penilaian keseluruhan mendapatkan respons *agak suka* mendekati *suka* (3,40 – 3,80). Sosis vegetarian jamur sawit yang dihasilkan mempunyai karakteristik kadar air, serat dan protein, berturut-turut 69,73%, 3,25%, dan 9,996%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajuansyah, A., Emmawati, A., Marwati, M., 2023. Pengaruh porsi komposit Singkong Gajah dan Jamur Tiram dengan buah naga terhadap kandungan proksimat dan sensoris naget vegetarian. *J. Trop. AgriFood* 5, 13–20. <https://doi.org/10.35941/jtaf.5.1.2023.8434.13-20>
- Amaliyah, N.A., Rosida, R., Priyanto, A.D., 2024. Physicochemical and organoleptic properties of Milkfish Bongolan (Study Proportion of Fish Meat: Sago Flour and Addition of Sodium tripolyphosphate). *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.* 12, 94–104. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2024.012.02.03>
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Published by the Association of Official Analytical Chemist. Marlyand.
- Apriliyani, M.W., Erwanto, Y., Suryanto, E., Rusman, 2025. Proteolytic effects of ragi tempeh starter and soybean derivative as binders on the chemical and organoleptic characteristics of fermented chicken sausage. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 1460, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1460/1/012033>
- Bayram, M., Bozkurt, H., 2007. The use of bulgur as a meat replacement: bulgur-sucuk (a vegetarian dry-fermented sausage). *J. Sci. Food Agric.* 87, 411–419. <https://doi.org/10.1002/jsfa>
- BSN, 2015. SNI Sosis Daging (SNI 20-3820-2015). Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Bulkaini, Kisworo, D., Sukirno, Wulandani, R., Maskur, 2020. Kualitas sosis daging ayam dengan penambahan tepung tapioka. *J. Ilmu dan Teknol. Peternak. Indones.* 6, 10–15.
- Carhuancho-Colca, K.P., Silva-Paz, R.J., Elías-Peñafiel, C., Bettit K. Salvá-Ruiz, Encina-Zelada, C.R., 2024. Comparison of vegetarian sausages: Proximal composition, instrumental texture, rapid descriptive sensory method and overall consumer liking. *Foods* 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods13111733>
- DeGarmo, E.P., Sullivan, W.G., Bontadelli, J.A., 1989. Engineering Economy, 8th ed. Macmillan Publishing Company, New York, USA.
- Florensia, A.B.E., Kale, P.R., Sipahelut, G.M., 2025. Pengaruh penggunaan tepung ubi jalar ungu sebagai pengganti tepung tapioka terhadap kualitas sosis Itik Manila. *J. Petyernakan Lahan Kering* 7, 128–134.
- Ganesan, A.R., Bhat, R., Shanmugam, M., 2019. Quality enhancement of chicken sausage by semi-refined carrageenan. *J Food Process Preserv* 43. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13988>
- Kartika, T., Ningtias, D.A., Salma, F.S., Ulfuadah, R.A., Alhazazie, N., Nurtiana, W., 2025. Karakteristik organoleptik dan fisiko kimia bolen dengan substitusi tepung bayam (*Amaranthus hybridus* L.). *Leuit: Journal of Local Food Security* 6(1): 14-25. <http://dx.doi.org/10.62870/leuit.v6i1.32444>
- Keerthana Priya, R., Rawson, A., Vidhyalakshmi, R., Jagan Mohan, R., 2022. Development of vegan sausage using banana floret (*Musa paradisiaca*) and jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) as a meat substitute: Evaluation of textural, physico-chemical and sensory characteristics. *J. Food Process. Preserv.* 46, 1–9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16118>

- Kurnia, K., Rada, F.E., Asiah, N., Cempaka, L., 2022. Textural evaluation of sausages as affected by partial meat substitution using okara tempe. *Asia Pacific J. Sustain. Agric. Food Energy* 10, 34–38. <https://doi.org/10.36782/apjsafe.v10i1.144>
- Larasati, K., Patang, P., Lahming, L., 2017. Analisis kandungan kadar serat dan karakteristik sosis tempe dengan fortifikasi karagenan serta penggunaan tepung terigu sebagai bahan pengikat. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 3(1), 67–77.
- Lederer, A.-K., Hannibal, L., Hettich, M., Behringer, S., Spiekerkoetter, U., Steinborn, C., Gründemann, C., Zimmermann-Klemd, A.M., Müller, A., Simmet, T., Schmiech, M., Maul-Pavicic, A., Samstag, Y., Huber, R., 2019. Vitamin B12 status upon short-term intervention with a vegan diet—A randomized controlled trial in healthy participants. *Am. J. Prev. Cardiol.* 11, 1–25.
- Masitah, Candra, K.P., Masruhim, M.A., Kusumaningtyas, P., 2023. Mycochemicals and proximate composition of two different stages in fruiting body development of *Volvariella volvacea* growing naturally on Oil Palm Empty fruit Bunches. *J. Sustain. Sci. Manag.* 18, 24–36. <https://doi.org/10.46754/jssm.2023.08.002>.
- Mustangin A., 2020. Kandungan proksimat jamur liar (*Volvariella volvacea*) pada tandan buah kosong kelapa sawit. *FoodTech: Jurnal Teknologi Pangan.* 3(1): 14–19.
- Nurul H., Alistair T.L.J., Lim H.W., Noryati I., 2010. Quality characteristics of Malaysian commercial beef frankfurters. *Internasional Food Research Journal* 17:469–476
- Prameswari, R.D., Estiasih, T., 2013. Pemanfaatan tepung gembili (*Doiscorea esculenta* L.) dalam pembuatan cookies. *Jurnal Pangan dan Agroindsutri* 1(1): 115–128.
- Prayitno A.H., Rukmini, D.L., Widiyawati, A., Prasetyo, B., 2022. The fortification effect of duck eggshell nano-calcium on the physical quality of beef sausage. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 980 012016 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/980/1/012016>.
- Prasetya, A., Apriyani, S., Wahyudi, J. 2019. Pengolahan makanan beku berbahan dasar jamur sawit sebagai nilai tambah di Desa Talang Jambu dan Desa Pasar Bembah Kabupaten Bengkulu Utara. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi Komputer dan Sains* 2019. Medan, 3 Agustus 2019. pp. 224–235.
- Santoso, B., Wiranti, D., Bhaw, J., 2021. Pemberdayaan ekonomi masyarakat Desa Dabuk Makmur dengan pengelolaan jamur sawit menjadi jamur crispy bernilai ekonomi. *Jurnal PkM Pengabdian kepada Masyarakat* 4(3): 212–217.
- Soekarto, S.T., 1985. Penilaian Organoleptik: untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi, 2003. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Tremlova, B., Havlova, L., Benes, P., Zemancova, J., Buchtova, H., Tesikova, K., Dordevic, S., Dordevic, D., 2022. Vegetarian “sausages” with the addition of grape flour. *Appl. Sci.* 12, 1–10. <https://doi.org/10.3390/app12042189>
- Widawati, L., Sari, E.R., 2019. Pemanfaatan jamur tandan kosong kelapa sawit (*Volvariella volvacea*) sebagai bahan baku sosis sapi. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian* 6(1): 137–149.
- Winarno, F.G., 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Winarsi, H., Purwanto, A., Dwiyanti, D.H., 2010. Kandungan protein dan isoflavon pada kedelai dan kecambah kedelai. *J. Biota* 15, 181–187.
- Wulandari, D., Komar, N., Sumarlan, S.H., 2013. Perekayasaan pangan berbasis produk lokal Indonesia (Studi sasus sosis berbahan baku tempe kedelai). *J. Bioproses Komod. Trop.* 1, 73–82.
- Yanti, S.A.M., Banafsa, S., Hasanah, F.N., Aminah, S., Rifqi, M., 2025. Pengembangan nugget jamur tiram sebagai makanan selingan rendah lemak dan kaya serat. *Karimah Tauhid* 4, 688–695. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v4i1.16979>

MUTU ORGANOLEPTIK PASTA RAVIOLI BEBAS-GLUTEN MENGUNAKAN TEPUNG KENTANG DAN EDAMAME SEBAGAI ALTERNATIF MENU BAGI ANAK PENDERITA AUTISME

*Organoleptic Quality of Gluten-Free Ravioli Pasta using Potato and Edamame Flour
as an Alternative Menu for Autism Children*

Chardina Dianovita*, Praseptia Gardiarini, Farida, Enita Rahayu, Retno Wulandari

*Program Studi Tata Boga, Jurusan Pariwisata, Politeknik Negeri Balikpapan
Jl. Soekarno Hatta KM.8 Balikpapan*

**)Penulis korespondensi: chardina.dianovita@poltekba.ac.id*

Submisi: 25.7.2025; Penerimaan: 30.10.2025; Dipublikasikan: 31.12.2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik organoleptik hedonik dan mutu hedonik produk pasta ravioli bebas gluten berbasis tepung kentang (TKG) dan tepung edamame (TEM) sebagai alternatif menu bagi anak penderita autisme. Penelitian menggunakan faktor tunggal dengan tiga perlakuan perbandingan antara tepung kentang dan tepung edamame (% TKG : % TEM), yaitu F1, 70 : 30; F2, 50 : 50; F3, 30 : 70. Data organoleptik untuk atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur dari 40 panelis dianalisis dengan uji Friedman dilanjutkan dengan uji BNJ. Hasil menunjukkan ravioli yang dihasilkan dari ketiga formula tersebut memperoleh respons organoleptik hedonik dan mutu hedonik berbeda nyata ($p < 0,05$) untuk semua atribut. Kadar TEM lebih tinggi meningkatkan respons organoleptik hedonik untuk warna dan rasa, namun untuk tekstur, kadar 50% TEM (F2) memberikan respons lebih tinggi dari lainnya (F1, 30% TEM; dan F3, 70% TEM). Hal yang sama berlaku untuk respons organoleptik mutu hedonik, yaitu F2 (50% TEM) menjadi yang tertinggi skornya, kecuali untuk atribut aroma yang skornya berbeda tidak nyata dengan F3. Berdasarkan karakteristik organoleptik hedonik, formula F3 (70% TEM) direkomendasikan untuk pengolahan ravioli bebas gluten karena memperoleh penerimaan dominan untuk warna, rasa dan aroma. Ravioli dari formula F3 mempunyai karakteristik berwarna hijau kekuningan, berasa dan beraroma kentang dan edamame, serta tekstur kenyal.

Kata kunci : Pasta ravioli, bebas gluten, tepung kentang, tepung edamame, autisme

ABSTRACT

This study determined the hedonic and quality hedonic organoleptic characteristics of gluten-free ravioli pasta products based on potato flour (TKG) and edamame flour (TEM) as an alternative menu for children with autism. The study used three comparative treatments between potato flour and edamame flour (% TKG: % TEM), namely F1, 70 : 30; F2, 50 : 50; F3, 30 : 70. The organoleptic data for color, aroma, taste, and texture attributes from 40 panelists were analyzed using the Friedman test, followed by the BNJ test. Results showed that the ravioli from the three formulas obtained significantly different hedonic organoleptic and hedonic quality responses ($p < 0.05$) for all attributes. Higher TEM level increased hedonic organoleptic response to color and taste, but for aroma and texture, 50% TEM (F2) provided higher responses than others (F1, 30% TEM; and F3, 70% TEM). Similarly for hedonic quality responses, F2 (50% TEM) received the highest score, except for aroma attributes, whose scores were not significant different than F3. Based on the hedonic organoleptic characteristics, the F3 formula (70% TEM) is recommended for processing gluten-free ravioli because it has gained dominant acceptance for its color, flavor, and aroma attributes. Ravioli produced from the F3 formula have a characteristics of yellowish-green in color, taste and aroma of potatoes and edamame, and have a chewy texture.

Keywords: Ravioli pasta, gluten free, potato flour, edamame flour, autism

PENDAHULUAN

Autisme merupakan suatu gangguan perkembangan yang sangat kompleks yang secara klinis ditandai oleh adanya tiga gejala utama berupa kualitas yang kurang, yaitu dalam kemampuan interaksi sosial dan emosional, kemampuan komunikasi timbal balik dan minat yang terbatas, serta perilaku yang disertai gerakan berulang tanpa tujuan (*stereotip*), dan adanya respons yang tidak wajar terhadap pengalaman organoleptiknya (Ismaya, 2021). Gejala utama ini yang membedakan antara anak autis dengan anak-anak yang lainnya, sekaligus yang mengakibatkan mereka mengalami hambatan dalam perilaku adaptifnya (Sari et al., 2021).

Kondisi ini menyebabkan mereka tidak mampu berkomunikasi maupun mengekspresikan keinginannya, sehingga mengakibatkan terganggunya perilaku dan hubungan dengan orang lain (Setiawati et al., 2016). Berdasarkan data dari *World Health Organization* WHO menyebutkan bahwa diperkirakan 1 dari 160 anak di seluruh dunia mengidap *Autism Spectrum Disorder* (ASD) (Zablotsky et al., 2015). Pusat Kesehatan Nasional untuk Statistik Kesehatan merilis angka prevalensi terbaru dan melaporkan rekor tinggi baru dengan mengutip data dari ASD menyebutkan bahwa dari 36 anak ditemukan 1 anak didiagnosis autisme (Zablotsky et al., 2015). Pada tahun 2020, di Indonesia terdapat sekitar 270,2 juta dengan perbandingan pertumbuhan anak autis sekitar 3,2 juta anak (BPS, 2021). Pusat Data Statistik Sekolah Luar Biasa mencatat jumlah siswa autis di Indonesia pada tahun 2019 sebanyak 144.102 siswa (Wardany dan Apriyanti, 2022).

Diet *Gluten-Free Casein-Free* (GFCF) adalah pola makan yang menghindari konsumsi gluten dan kasein, dua jenis protein yang ditemukan dalam gandum dan produk susu, dan sering diterapkan pada anak-anak dengan ASD sebagai salah satu pengobatan alternatif (Baspinar dan Yardimci, 2020). Gluten adalah campuran protein yang sulit dihindari, sehingga penting membaca label nutrisi untuk memastikan bebas gluten (Keller, 2021). Banyak anak autis yang mengalami perkembangan pesat dalam kemampuan bersosialisasi dan berkomunikasi

setelah menjalani terapi GFCF (Jyonouchi, 2025).

Ada beberapa produk lokal yang bebas gluten dengan harga terjangkau yaitu tepung kentang, bisa digunakan untuk membuat adonan mi dan sangat bertekstur. Tepung kentang mempunyai karakteristik daya serap yang tinggi, tekstur halus, dengan sedikit rasa manis dan beraroma khas kentang (Alghifari dan Azizah, 2021). Selain itu, tepung kentang banyak mengandung kalium (396 mg) dan natrium (7 mg) per 100 g (Kemenkes, 2020).

Tepung edamame juga merupakan salah satu bahan yang bebas akan gluten dan sangat baik buat kesehatan. Edamame memiliki serat pangan yang cukup tinggi sekitar 7,94-8,90%, merupakan sumber protein dan senyawa organik antara lain asam folat, mangan, isoflavon, beta karoten, dan sukrosa, serta tinggi kalsium sehingga mampu memperkuat tulang serta gigi (Yu et al., 2021). Terdapat 23% dan 13% isoflavon dalam tepung edamame (Diasari et al., 2021).

Ravioli merupakan salah satu jenis pasta yang terdiri dari dua lembar pasta yang di dalamnya diberi isian seperti daging, jamur hingga sayuran dengan bentuk yang sangat beragam (Puspitasari, 2011). Hidangan yang satu ini sudah tidak asing dan cukup populer di mancanegara, namun di Indonesia hidangan yang satu ini masih jarang ditemui, sekalipun ada ravioli hanya tersedia di Restoran F&B dengan harga yang cukup tinggi (Nurrochmah et al., 2021). Pada penelitian Rahmajati dan Nugrahaeni (2021) disebutkan bahwa tingkat panelis yang tidak terlatih pun sangat menikmati produk pengembangan *ravioli* dan sangat digemari. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk pasta *ravioli* yang bebas gluten agar dapat menjadi salah satu alternatif menu bagi anak penderita autisme.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku utama yang digunakan adalah tepung kentang dan tepung edamame diperoleh dari toko swalayan di Kota Balikpapan.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini merupakan penelitian faktor tunggal (formula tepung komposit:

tepung kentang (TKG) dan tepung edamame (TEM) yang disusun Rancangan Acak Lengkap dengan tiga perlakuan (% TKG : % TEM), yaitu F1, 70 : 30; F2, 50 : 50; dan F3, 30 : 70. Parameter yang diamati adalah karakteristik organoleptik hedonik dan mutu hedonik untuk atribut warna, rasa, aroma, dan tekstur. Uji organoleptik dilakukan pada 40 orang panelis yang ditentukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji Friedman dilanjutkan dengan uji BNJ dengan $\alpha = 0,05$.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan penelitian pendahuluan, yaitu melakukan uji coba resep acuan, dilanjutkan dengan persiapan bahan, yaitu pemilihan bahan baku yang berkualitas. Terakhir dilakukan pengolahan ravioli.

Uji Coba Resep Acuan

Resep yang digunakan dalam penelitian ini adalah penentuan jumlah/porsi bahan selain tepung kentang dan tepung edamame. Bahan yang digunakan adalah bumbu, minyak, dan mentega (*butter*). Porsi bahan-bahan yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi bahan pasta ravioli bebas gluten

Bahan	F1	F2	F3
Kulit			
Tepung kentang (g)	280	200	120
Tepung edamame (g)	120	200	280
Telur (butir)	4	4	4
Garam (g)	7,5	7,5	7,5
Air (mL)	25	25	25
Extra virgin olive oil (mL)	10	10	10
Isian			
Jamur kancing (g)		200	
Garam (g)		7,5	
Parmesan cheese (g)		120	
Extra virgin olive oil (mL)		15	
Telur (butir)		4	
Unsalted butter (g)		45	
Lada bubuk (g)		7,5	
Susu cair (mL)		120	

Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pasta ravioli bebas gluten ini terlebih dahulu dilakukan sortasi untuk

meyakinkan bahwa bahan yang digunakan adalah bahan yang baik (segar dan tidak rusak). Tepung kentang terbuat dari kentang yang dikeringkan dan kemudian di giling halus, berwarna ada sedikit kuning kecokelatan. Sedangkan tepung edamame dimulai dari kacang edamame yang telah disortir, direbus selama lima menit pada suhu 100°C, ditiriskan, dan dikeringkan. Edamame yang direbus menyebabkan kulitnya terkelupas. Biji edamame yang diperoleh kemudian dilapis di atasnya dan dikeringkan dalam lemari pada suhu 50°C selama 5 jam

Pembuatan Pasta Ravioli

Pasta ravioli bebas gluten dibuat dengan ulangan sebanyak 3 kali. Pasta ravioli yang diperoleh mempunyai karakteristik yang saling mendekati baik dari segi rasa, aroma, maupun teksturnya.

Prosedur Analisis

Pasta ravioli bebas gluten yang terbuat dari tepung kentang dan tepung edamame dibuat dengan 3 formulasi yang berbeda kemudian dilakukan uji hedonik dan mutu hedonik kepada 40 panelis. Parameter yang diamati adalah karakteristik organoleptik hedonik dan mutu hedonik untuk atribut warna, rasa, aroma, dan tekstur. Skor organoleptik hedonik setiap atribut hedonik adalah 1-4 mewakili yang *sangat tidak suka* sampai *sangat suka*. Sedangkan skor organoleptik mutu hedonik (1-4) masing-masing atribut mewakili sifat seperti disajikan pada Tabel 2.

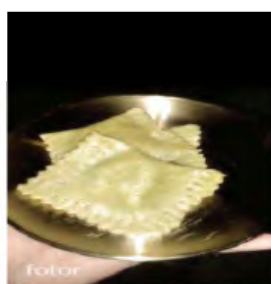
Tabel 2. Skor organoleptik mutu hedonik

Skor	Keterangan
Warna	
1,0-1,5	<i>sangat tidak berwarna hijau kekuningan</i>
1,6-2,5	<i>tidak berwarna hijau kekuningan</i>
2,6-3,5	<i>berwarna hijau kekuningan</i>
3,6-4,0	<i>sangat berwarna hijau kekuningan</i>
Rasa	
1,0-1,5	<i>sangat tidak berasa tepung kentang dan edamame</i>
1,6-2,5	<i>tidak berasa tepung kentang dan edamame</i>
2,6-3,5	<i>berasa tepung kentang dan edamame</i>
3,6-4,0	<i>berasa tepung kentang dan edamame</i>
Aroma	
1,0-1,5	<i>sangat tidak beraroma tepung kentang dan edamame</i>

Skor	Keterangan
1,6-2,5	tidak beraroma tepung kentang dan edamame
2,6-3,5	beraroma tepung kentang dan edamame
3,6-4,0	sangat beraroma tepung kentang dan edamame
Tekstur	
1,0-1,5	sangat tidak kenyal
1,6-2,5	tidak kenyal
2,6-3,5	kenyal
3,6-4,0	sangat kenyal

HASIL DAN PEMBAHASAN

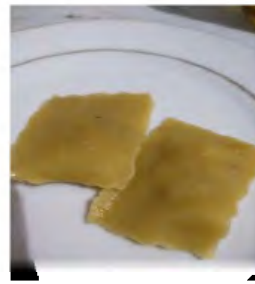
Performa ravioli yang dihasilkan dari ketiga formula diet bebas gluten berbasis tepung kentang dan tepung edamame disajikan pada Gambar 1. Formula diet memberikan pengaruh nyata terhadap respons organoleptik hedonik dan mutu hedonik untuk semua atribut yang diamati (warna, rasa, aroma dan tekstur) (Tabel 3). Tren perubahan respons organoleptik akibat perubahan formula diet, disajikan pada Gambar 3.



F1



F2



F3

Gambar 1. Produk hasil olahan ravioli bebas gluten F1, F2, dan F3 dengan perbandingan %TKG : %TEM adalah F1, 70:30; F2, 50:50; F3, 30:70.

Tabel 3. Perbedaan respons organoleptik (hedonik dan mutu hedonik) dari tiga formula diet berbasis kentang dan edamame

Atribut	F1	F2	F3
<i>Hedonik</i>			
Warna	2,33 ^a	2,80 ^b	3,28 ^c
Rasa	2,98 ^a	3,20 ^{ab}	3,45 ^b
Aroma	3,03 ^{ab}	2,90 ^a	3,33 ^b
Tekstur	2,33 ^a	2,60 ^b	2,33 ^a
<i>Mutu Hedonik</i>			
Warna	3,15 ^b	3,18 ^b	2,78 ^a
Rasa	2,73 ^a	3,38 ^b	3,08 ^{ab}
Aroma	2,45 ^a	2,93 ^b	2,98 ^b
Tekstur	2,88 ^a	2,98 ^a	2,80 ^a

Keterangan: Data adalah skor rata-rata dari 40 panelis. Data dianalisis dengan Uji Friedman dilanjutkan dengan Uji BNJ ($p < 0,05$). Skor organoleptik hedonik dan mutu hedonik merujuk pada deskripsi pada sub-bab metode.

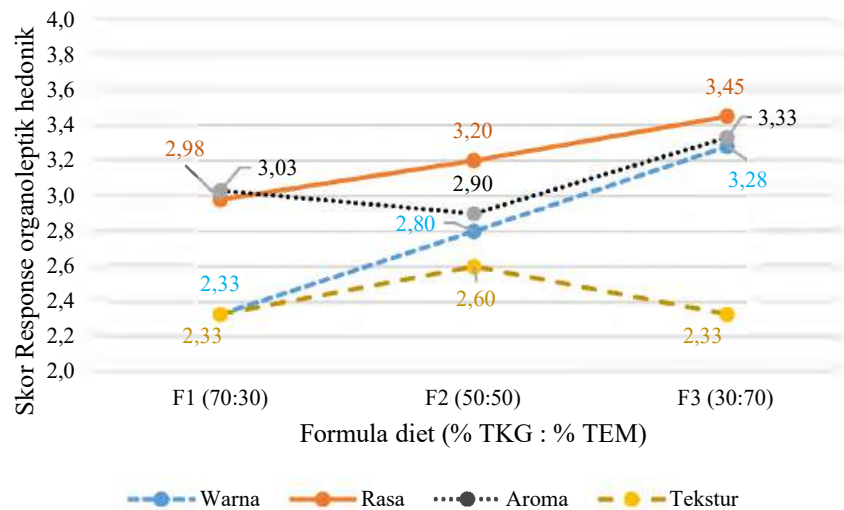
Penerimaan panelis akan ravioli bebas gluten berbasis tepung kentang dan tepung edamame menunjukkan semakin meningkat seiring meningkatnya porsi (kadar) tepung edamame untuk atribut warna, rasa, dan aroma. Sedangkan penerimaan untuk teksturnya menunjukkan profil yang agak berbeda, yaitu meningkat penerimaannya pada kadar 50% TEM, tetapi kembali

menurun penerimaannya pada kadar TEM yang lebih tinggi (70%).

Ravioli yang dihasilkan dari formula diet F3 mempunyai karakteristik organoleptik mutu hedonik berwarna kuning kehijauan, berasa dan beraroma kentang dan edamame, serta mempunyai tekstur yang kenyal. Karakteristik warna kuning yang berasal dari kentang, membuatnya menarik secara visual,

disebabkan oleh pigmen alami yang disebut karotenoid. Karotenoid adalah kelompok pigmen yang larut dalam lemak dan bertanggung jawab atas berbagai warna kuning, oranye, dan merah pada tumbuhan, termasuk umbi kentang (Irfan et al., 2022). Warna kuning merupakan warna dari warna dasar dari tepung kentang yaitu warna putih kekuningan yang berasal dari proses perendaman pada tepung kentang yang

dilarutkan ke dalam larutan *bisulfit* untuk menghambat pencokelatan tepung kentang. Tepung kentang yang dihasilkan cenderung berwarna putih agak kekuningan (Murtiningsih dan Suyanti, 2011). Sedangkan warna kehijauannya mengacu pada karakteristik edamame, yaitu kandungan *pigmen klorofil* pada edamame (Madalena et al., 2007).



Gambar 3. Tren pengaruh formula diet terhadap respons organoleptik hedonik ravioli bebas gluten. TKG = Tepung Kentang, TEM = Tepung Edamame

Rasa yang dihasilkan merupakan pencampuran antara rasa edamame yang rasa khas kacang kedelai dengan sentuhan manis dan gurih serta sedikit rasa umami yang bertahan lama, serta rasa kentang yang cenderung manis alami yang ringan namun tidak terlalu kuat, sehingga rasa tepung edamame pada produk ini berasa lebih dominan dibandingkan dengan tepung kentang. Edamame mempunyai aroma khas kacang-kacangan, bertekstur lembut, rasa manis yang disebabkan oleh kandungan sukrosa, glukosa, fruktosa, dan rafinosa, dan rasa gurih yang disebabkan oleh kandungan asam glutamat (Masuda, 1991).

Aroma yang dihasilkan adalah aroma dominan tepung edamame dibandingkan tepung kentang, hal ini dikarenakan tepung edamame memiliki aroma yang pekat dan khas kacang-kacangan yaitu bau langu yang berasal dari oksidasi enzim *lipoksisenase* oleh

asam linolenik (Masuda, 1991). Aroma ini akan lebih terasa ketika tepung edamame ditambahkan dalam produk makanan lain, terutama jika tepung edamame menjadi komponen utama ataupun digunakan dalam jumlah besar pada suatu produk.

Tekstur kenyal pada pasta ravioli berkaitan dengan beberapa faktor, termasuk jenis tepung yang digunakan, rasio air-tepung, teknik pengolahan adonan, dan metode memasak. Tekstur kenyal terjadi dikarenakan adanya pencampuran pada tepung kentang yang empuk jika dijadikan produk sedangkan untuk tepung edamame yang teksturnya yang lebih keras dikarenakan kandungan gluten yang rendah (Alghifari dan Azizah, 2021). Penelitian lain menunjukkan bahwa penambahan tepung kentang dapat memengaruhi tekstur produk akhir, termasuk tingkat kekenyalan. Misalnya, dalam pembuatan kue, penambahan tepung kentang

dapat menghasilkan tekstur yang lebih kenyal (Hasanah et al., 2023).

KESIMPULAN

Formula diet F3 (30% tepung kentang dan 70% tepung edamame) direkomendasikan untuk digunakan dalam pembuatan ravioli bebas gluten berbasis tepung kentang dan tepung edamame. Ravioli yang dihasilkan dari formula F3 ini mempunyai karakteristik berwarna hijau kekuningan, berasa dan beraroma kentang dan edamame, serta mempunyai tekstur yang kenyal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alghifari, V., Azizah, D.N., 2021. Perbandingan tepung kentang dan tepung terigu terhadap karakteristik nugget. *EDUFORTECH* 6(1), 16-25.
- Baspinar, B., Yardimci, H., 2020. Gluten-Free casein-free diet for autism spectrum disorders: Can it be effective in solving behavioural and gastrointestinal problems? *The Eurasian Journal of Medicine* 52(3), 292-297.
- BPS, 2021. Profil Anak Usia Dini 2020. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Diasari, N.R., Nurrahman, N., Yusuf, M., 2021. Aktivitas antioksidan dan sifat fisik soyghurt edamame dengan penambahan bit merah. *Edible: Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Teknologi Pangan (Jedb)* 10(1), 6-16. <https://doi.org/10.32502/jedb.v10i1.3611>
- Hasanah, C.T., Hidayat, L., Marniza, M., Susanti, L., 2023. Karakteristik fisik, kimia dan organoleptik kue bay tat berbasis campuran tepung terigu dan tepung kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Edufortech* 8(2): 132-150. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v8i2.60795>
- Irfan, Zaidiyah, Fitri N., 2022. Pengaruh jenis kentang dan konsentrasi asam sitrat terhadap mutu tepung kentang. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 14(20), 97-102. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v14i2.24093>
- Ismaya, M. 2021. Bermain peran berbantuan video untuk meningkatkan perilaku adaptif dalam berkomunikasi anak autis. *Jurnal GRAB KIDS* 1(2), 68-73. <https://doi.org/10.26740/gkjsen.v1i2.14407>
- Jyonouchi, H., Geng, L., Ruby, A., Reddy, C., Zimmerman-Bier, B., 2025. Evaluation of an association between gastrointestinal symptoms and cytokine production against common dietary proteins in children with autism spectrum disorders. *J. Pediatr.* 146(5), 605-610. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.01.027>.
- Keller, A., Rimestad, M.L., Rohde, J.F., Petersen, B.H., Korfitsen, C.B., Tarp, S., Lauritsen, M.G., Händel, M.N., 2021. The Effect of a combined gluten- and casein-free diet on children and adolescents with autism spectrum disorders: A systematic review and meta-analysis. *National Library of Medicine* 13(2), 470. <https://doi.org/10.3390/nu13020470>.
- Kemenkes, 2020. Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Madalena, M., Heriyanto, H., Hastuti, S.P., Limantara, L., 2007. The effect of heating time to the content of pigments and vitamin A in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and creara - rubber (*Manihot glaziovii* Muell Arg) leaves. *Journal of Chemistry* 7(1), 105-110. <https://doi.org/10.22146/ijc.21722>
- Masuda, R. 1991. Quality Requirement and Improvement of Vegetable Soybean. *Proceedings of the Asian Vegetable Research and Development Center Workshop, Kenting, Taiwan* 29 April – 2 May 1991. Vegetable soybean: Research needs for production and quality improvement. p. 92-102.
- Murtiningsih, Suyanti, 2011. Membuat Tepung Ubi dan Variasi Olahannya. Agromedia, Jakarta.
- Nurrochmah, S., Rahmadhani, P., Suci, S.I., Sofian, B., Septiyani, R., 2021.

- Pengembangan produk pasta jenis ravioli saus rendang dengan substitusi ubi jalar kuning. *Journal of Food and Culinary* 4(2), 111-117. <https://doi.org/10.12928/jfc.v4i2.6199>
- Puspitasari, A., 2011. Mau Tahu beda ravioli, lasagna, dan fettuccini? Ini dia. *Republika*.
<https://www.republika.co.id/berita/gaya-hidup/kuliner/11/11/14/lun75g-mau-tahu-beda-ravioli-lasagna-dan-fettuccini-ini-dia> [22 Juni 2025]
- Rahmajati, A.N., Nugrahaeni, M. 2019. Ravioli sayur sorgum (Ravegum) sebagai one dish meal kontinental rendah gluten. *Prosiding Teknik Boga Busana* 14(1), p.7
<https://journal.uny.ac.id/index.php/ptb/article/view/49774>.
- Sari, A.N., Budiman, B., Hadinata, E.O., 2021. Interaksi sosial anak autisme di sekolah inklusi SD Harapan Mandiri Palembang. *Indonesian Journal of Behavioral Studies* 1(1), 122-135. <https://doi.org/10.19109/ijobs.v1i1.9266>
- Setiawati, O.R., Mustofa, F.L., Sacieffera, R., 2016. Hubungan Pengetahuan dan sikap orangtua tentang autisme terhadap perkembangan terapi pada anak dengan autism spectrum disorder di growing hope dan snets bandar lampung Tahun 2015. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan* 3(1). <https://doi.org/10.33024/v3i1.727>
- Wardany, O.F., Apriyanti, M., 2022. Buku Panduan Guru: Pendidikan Khusus Bagi Peserta Didik Autis Disertai Hambatan Intelektual. Sukinah, Ariani, F. (eds.). Pusat Perbukuan Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kemendikbudristek, Jakarta.
- Yu, D., Lin, T., Sutton, K., Lord, N., Carneiro, R., Jin, Q., Zhang, B., Kuhar, T., Rideout, S., Ross, J., Duncan, S., Yin, Y., Wang, H., Huang, H., 2021. Chemical compositions of edamame genotypes grown in different locations in the US. *Front. Sustain. Food Syst.* 5, 1–14.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.620426>
- Zablotsky, B., Black, L.I., Maenner, M.J., Schieve, L.A., Blumberg, S.J., 2015. Estimated Prevalence of Autism and Other Developmental Disabilities Following Questionnaire Changes in The 2014 National Health Interview Survey. *Natl Health Stat Report.* 13(87), 1–20.

ANALISIS KETAHANAN PANGAN RUMAH TANGGA PETANI BERDASARKAN PROPORSI PENGELUARAN PANGAN DAN KECUKUPAN ENERGI DI KECAMATAN MANTUP KABUPATEN LAMONGAN

*Analysis of Food Security in Farming Household Based on Food Expenditure and
Energy Consumption Levels in Mantup Subdistrict Lamongan Regency*

Melinda Bilqis, Hamidah Hendrarini, Dita Atasa

*Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung
Anyar Surabaya Jawa Timur 60294 Indonesia*

**)Penulis korespondensi: hamidah_h@upnjatim.ac.id*

Submisi: 22.07.2025; Penerimaan: 7.11.2025; Dipublikasikan: 31.12.2025

ABSTRAK

Kabupaten Lamongan menunjukkan kondisi belum mencapai tingkat kesejahteraan jika dilihat dari proporsi pengeluaran pangan dan non pangan. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis ketahanan pangan rumah tangga petani di Kecamatan mantup, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, dengan lokasi penelitian adalah Kecamatan Mantup, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur, melibatkan 51 responden petani padi. Analisis proporsi pengeluaran pangan dan non pangan merupakan alat analisis yang diterapkan. Aplikasi nutrisurvey digunakan untuk menganalisis tingkat kecukupan energi dan protein. Klasifikasi silang antara pangsa pengeluaran pangan dengan tingkat kecukupan energi digunakan untuk menentukan kategori ketahanan pangan rumah tangga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi pengeluaran pangan lebih tinggi daripada pengeluaran non pangan, yang menunjukkan bahwa rumah tangga petani di Kecamatan Mantup belum mencapai tingkat kesejahteraan. Rumah tangga petani di Kecamatan Mantup memiliki kondisi ketahanan pangan yang belum merata, terdapat 17 rumah tangga (34%) telah tahan pangan sedangkan 34 rumah tangga petani (64%) belum mencapai ketahanan pangan.

Kata Kunci : Ketahanan Pangan; Pengeluaran; Rumah Tangga Petani; Tingkat Kecukupan Energi.

ABSTRACT

Lamongan Regency shows that the condition has not reached the level of welfare when viewed from the proportion of food and non-food expenditure. This study aimed to analyze the food security of farmer households in the Mantup District of Lamongan Regency, East Java. The research method used was quantitative descriptive, with the location of the study being Mantup District, Lamongan Regency, East Java, involving 51 rice-farmer respondents. The proportion of food and non-food expenditures was analyzed. The Nutrisurvey application was used to analyze the levels of energy and protein adequacy. Cross-classification between the share of food expenditure and the level of energy sufficiency was used to determine the category of household food security. The results of the study show that the proportion of food expenditure is higher than that of non-food expenditure, which shows that farmer households in the Mantup District have not reached the level of welfare. Farmer households in the Mantup District have uneven food security conditions; 17 households (34%) have become food insecure, while 34 farmer households (64%) have not achieved food security.

Keywords: Food Security, Expenditure, Farmer Households, Energy Adequacy Level

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun

2012 adalah kondisi saat pangan tercukupi dari berbagai segi mulai dari jumlah hingga mutu yang aman, bergizi, berbagai jenis dan terjangkau serta sesuai dengan keyakinan

masyarakat dalam menjalankan hidup sehat dan produktif secara berkelanjutan. Menurut Rumawas et al. (2021) menyatakan bahwa ketahanan pangan berkesinambungan dengan karakteristik produk pangan itu sendiri, seperti produk yang mudah rusak, lahan produksi petani yang terbatas, sarana dan prasarana pendukung pertanian yang kurang memadai dan penanganan hasil panen yang lemah dalam produksi pangan. Hal tersebut sangat mempengaruhi ketersediaan pangan.

Tahun 2023 rata-rata pengeluaran rumah tangga di Kabupaten Lamongan menunjukkan pengeluaran bukan makanan lebih kecil daripada pengeluaran makanan. Pengeluaran untuk makanan sebesar Rp. 738.608 atau sebesar 54% dari pengeluaran total sedangkan pengeluaran untuk bukan makanan adalah senilai Rp. 633.059 atau 46% dari pengeluaran total (BPS Jawa Timur, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa rumah tangga di Kota Lamongan belum mencapai kesejahteraan menurut hukum engel, yang menyatakan bahwa peningkatan pendapatan per kapita menjadikan penurunan proporsi pengeluaran untuk makanan (Kindleberger, 1989). Menurut hukum engel, jika pendapatan yang diperoleh rumah tangga tinggi maka pengeluaran untuk makanan lebih kecil dengan rumah tangga yang pendapatannya rendah (Deaton dan Muellbauer, 1980). Hukum Engel dapat menjadi ukuran standar hidup yang baik, dan dapat menggambarkan Tingkat kesejahteraan (Deaton dan Muellbauer, 2012). Tingkat kesejahteraan yang belum tercapai inilah yang menjadikan salah satu landasan untuk menganalisis ketahanan pangan di Kabupaten Lamongan, khususnya Kecamatan Mantup.

Arida et al. (2015) melakukan penelitian dengan hasil kategori ketahanan pangan rumah tangga petani di Kabupaten Aceh Besar adalah kurang pangan dan rawan pangan. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Prastiwi et al. (2022) kondisi ketahanan pangan di Kabupaten Karanganyar menunjukkan hasil yang beragam yakni 28% rumah tangga telah mencapai ketahanan pangan. Namun, rumah tangga juga tersebar dalam 3 kategori yakni rentan, rawan, dan kurang pangan. Penelitian yang serupa juga dilakukan di Kecamatan Tawas, Klaten dimana, terdapat 3 kategori yakni tahan,

rentan dan kurang pangan pada rumah tangga (Susanto et al., 2022). Penelitian ini memiliki kebaruan yang terletak pada wilayah penelitian, dimana dalam wilayah penelitian belum terdapat penelitian yang serupa. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan aplikasi *nutrisurvey* untuk menganalisis tingkat kecukupan energi dan protein. Aplikasi *nutrisurvey* digunakan untuk mengetahui komposisi yang ada pada makanan mulai dari energi, gizi, karbohidrat, lemak dan lain sebagainya.

BPS Lamongan (2023) melaporkan bahwa Kecamatan Mantup memiliki populasi petani padi yang banyak dan cukup aktif dalam kegiatan pertanian. Oleh karena itu, Kecamatan Mantup dipilih sebagai lokasi penelitian yang dipertimbangkan dengan keadaan dan akses lokasi serta akses data pada Kecamatan Mantup (BPS Lamongan, 2023). Kategori ketahanan pangan pada rumah tangga petani di Kecamatan Mantup merupakan salah satu hal yang menarik untuk di analisis. Menganalisis pendapatan rumah tangga, menganalisis pengeluaran pangan dan non pangan, menganalisis tingkat konsumsi energi dan indeks ketahanan pangan adalah tujuan dari penelitian.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dipilih secara sengaja di Kabupaten Lamongan, dengan pertimbangan bahwa Kabupaten Lamongan pada tahun 2024, merupakan Kabupaten dengan nilai produksi padi tertinggi di Jawa Timur yakni senilai 776.290,7 ton (BPS Jawa Timur, 2025). Penelitian dilakukan pada Pebruari 2025.

Pengambilan sampel

Menurut data sensus pertanian BPS Lamongan, terdapat 152.073 rumah tangga petani padi di Lamongan sedangkan, Kecamatan Mantup memiliki jumlah rumah tangga usaha tanaman padi sebesar 7.327, dimana Kecamatan Mantup menduduki urutan nomor 8 dari 28 kecamatan yang ada di Lamongan (BPS Lamongan, 2023). Sugiyono, (2019) mengatakan bahwa sampel merupakan bagian dari populasi. Peneliti menggunakan teknik *accidental sampling* pada penelitian ini. Penentuan jumlah sampel

pada penelitian ini, digunakan rumus slovin (Sugiyono, 2019).

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Keterangan :

n = Ukuran sampel

N = Total populasi

E = taraf signifikansi (15%)

$$n = \frac{7327}{1 + 7327(0,15)^2} = \frac{7327}{1 + 7327 \times 0,0225} = \frac{7327}{165,8575} = 44,176$$

Pada perhitungan menggunakan Rumus slovin menunjukkan jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini yakni 44,176 yang dibulatkan menjadi 50 responden. Penelitian ini melibatkan petani padi sawah di Kecamatan Mantup sebagai responden penelitian.

Metode Analisis Data

Proporsi Pengeluaran Pangan dan Non Pangan

Perhitungan proporsi pengeluaran pangan dan non pangan rumah tangga petani pengeluaran pangan rumah tangga petani di analisis menggunakan rumus berikut:

$$Qp = \frac{Pp}{Tp} \times 100\%$$

Penjelasan:

Qp = Proporsi pengeluaran pangan terhadap pengeluaran total (%)

Pp = pengeluaran pangan (Rp/bulan)

Tp = pengeluaran total (Rp/bulan)

Tingkat Konsumsi Energi dan Protein

Analisis konsumsi energi dan protein menggunakan aplikasi nutrisurvey dan DKBM. DKBM adalah tabel yang berisi zat yang terkandung dalam berbagai jenis makanan. Zat yang dimaksud termasuk karbohidrat, protein. DKBM mencakup berat

kotor, berat bersih, sedangkan TKPI memuat nilai gizi per 100 g bahan makanan BDD (Berat dapat dimakan) (tersedia online) (Fayasari, 2020).

Perbandingan antara jumlah energi yang dikonsumsi dengan angka kecukupan energi (AKE) yang dianjurkan per orang perhari disebut dengan tingkat kecukupan energi atau TKE. Berikut adalah rumus TKE (Hariani et al., 2017):

$$TKE = \frac{\text{Konsumsi Energi}}{\text{Angka Kecukupan Energi}} \times 100\%$$

Hariani et al. (2017) mengatakan bahwa perbandingan antara jumlah protein yang dikonsumsi dengan angka kecukupan protein (AKP) yang dianjurkan per orang per hari disebut dengan Tingkat kecukupan protein (TKP). Berikut adalah rumus TKP:

$$TKE = \frac{\text{Konsumsi Protein}}{\text{Angka Kecukupan Protein}} \times 100\%$$

Pada penelitian ini digunakan empat klasifikasi tingkat kecukupan energi (Susanto et al., 2022):

TKG $\geq$ 100% AKG : Baik

TKG 80 – 99% AKG : Sedang

TKG 70 – 89% AKG : Kurang

TKG < 70% AKG : Defisit

Analisis Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani

Pada penelitian ini, ketahanan pangan diukur menggunakan klasifikasi silang antar pangsa pengeluaran pangan dan terhadap total pengeluaran dengan kecukupan konsumsi energi (Rochmania et al., 2023) seperti dideskripsikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi Silang antara Pangsa Pengeluaran dan Kecukupan Energi

Konsumsi energi per unit ekuivalen dewasa	Pangsa Pengeluaran Pangan	
	Rendah (<60% Pengeluaran Total)	Tinggi ($\geq$ 60% Pengeluaran Total)
Cukup (>80% Kecukupan Energi)	Tahan Pangan	Rentan Pangan
Kurang ($\leq$ 80% Kecukupan Energi)	Kurang Pangan	Rawan Pangan

Sumber: Maxwell et al. (2000)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Karakteristik responden berupa identitas responden, terdiri dari jenis kelamin, umur, pendidikan terakhir, dan jumlah anggota keluarga disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Karakteristik Responden

Karakteristik Responden	Jumlah Responden	
	n	%
Jenis Kelamin		
Laki Laki	39	78
Perempuan	11	22
Usia		
< 25 Tahun	0	0
26 - 50 Tahun	8	16
50 – 76 Tahun	42	84
Jumlah Anggota Keluarga		
1-3 orang	25	50
4-6 orang	23	46
> 6 orang	2	4
Pendidikan Terakhir		
SD	13	26
SMP	9	18
SMA	22	44
PT (D3)	4	8
PT (S1)	2	4

Produktivitas petani di Kecamatan Mantup diproyeksikan termasuk tinggi karena dominasi petani laki-laki yang jumlahnya mencapai 78%. Laki-laki lebih kuat dan alokasi waktu untuk usahatannya lebih banyak dibandingkan petani perempuan. Akan tetapi, proyeksi produktivitas ini juga patut mempertimbangkan usia. Produktivitas seseorang sangat dipengaruhi oleh umur pekerja. Hanya 16% petani yang masuk usia sangat produktif, sedangkan sisanya 84% sebagian masuk usia produktif (50-64 tahun). Badan Pusat Statistik menggolongkan usia produktif adalah pada usia 15-64 tahun, dimana pada usia 15-49 tahun digolongkan pada usia sangat produktif, dan pada usia 50-64 tahun merupakan usia produktif.

Selain usia petani, jumlah anggota keluarga adalah faktor yang mempengaruhi pengelolaan usahatani, karena jumlah anggota keluarga yang ada akan membuat petani termotivasi untuk bekerja lebih giat agar pendapatan meningkat dan kebutuhan keluarga dapat terpenuhi. Jumlah anggota

keluarga ini berpengaruh pada pengelolaan usahatani mulai dari produksi dan konsumsi petani sehingga dapat menghasilkan pendapatan yang sesuai dengan jumlah tanggungan petani. petani yang memiliki banyak tanggungan akan lebih giat daripada petani dengan jumlah tanggungan sedikit, jumlah anggota keluarga juga berpengaruh pada besar kecilnya konsumsi keluarga. Mayoritas jumlah tanggungan rumah tangga di Kecamatan Mantup berada dalam kelompok 1 – 3 orang, dan 4-6 orang yaitu sebanyak 50% dan 46%. Petani dengan jumlah tanggungan keluarga lebih dari 6 orang hanya sebesar 4%.

Pendidikan formal terakhir yang ditempuh oleh petani adalah jawaban dari pertanyaan pendidikan terakhir petani, pertanyaan ini digunakan untuk mengukur produktivitas kerja petani. Tingkat pendidikan petani menjadi tolak ukur dalam berusaha, dalam hal ini Tingkat Pendidikan mendasari Tingkat kemampuan petani dalam mengadopsi inovasi teknologi dalam berusaha. Mayoritas pendidikan terakhir yang ditempuh oleh petani di Kecamatan Mantup adalah SMA yakni sebesar 44%.

Proporsi Pengeluaran

Proporsi pengeluaran untuk pangan dan proporsi pengeluaran untuk nonpangan merupakan tolak ukur dari kesejahteraan rumah tangga (Arida et al., 2015). Sesuai dengan ketentuan Hukum Engel, bahwa kesejahteraan rumah tangga semakin rendah jika pengeluaran untuk makanan tinggi, artinya pendapatan yang diperoleh dialokasikan pada kebutuhan pangan sebagai pokok kebutuhan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya (Baffes dan Etienne, 2015).

Pengeluaran per bulan petani padi sawah di Desa Mantup mencapai kurang lebih tiga juta rupiah (Tabel 3), sedikit didominasi oleh pengeluaran pangan, yaitu mencapai 51%. Dalam hal ini rumah tangga petani padi sawah di Kecamatan Mantup masih masuk kedalam kategori kesejahteraan rendah, walaupun demikian fakta ini cukup menggembirakan karena pengeluaran pangan dan non pangan yang seimbang menunjukkan terjadinya masa transisi ke arah yang positif. Pengeluaran nonpangan yang mencapai 49%

hanya sedikit (2%) dibawah pengeluaran pangan. Artinya, rumah tangga tidak lagi sepenuhnya terfokus pada pengeluaran pangan, namun juga mulai mengalokasikan

sebagian besar pendapatannya untuk kebutuhan non-pangan seperti pendidikan, kesehatan, dan komunikasi.

Tabel 3. Rata-rata pengeluaran pangan dan non pangan rumah tangga petani per bulan di Kecamatan Mantup

Non Pangan	Pengeluaran			Pangan	Pengeluaran		
	Rp	%	%*		Rp	%	%*
Kesehatan	192.000	12,98	6,42	Beras	0	0	0,00
Kegiatan Sosial	50.000	3,38	1,67	Lauk Pauk	693.000	46	23,19
Bahan Bakar	150.400	10,17	5,03	Bumbu Dapur	142.400	9	4,77
Listrik	167.600	11,33	5,61	Buah-buahan	104.800	7	3,51
Air	13.200	0,89	0,44	Sayuran	42.000	3	1,41
Biaya Pendidikan	600.000	40,57	20,08	Minyak	133.440	9	4,47
Pajak	61.800	4,18	2,07	Pemanis	58.000	4	1,94
Komunikasi	129.600	8,76	4,34	Bahan Minuman	47.900	3	1,60
Lainnya	114.200	7,72	3,82	Rokok	288.000	19	9,64
Jumlah	1.478.800	100,00	49,49	Jumlah	1.509.540	100	50,51
Total jumlah pengeluaran pangan dan non pangan = Rp2.988.340							

Keterangan: *) dihitung terhadap total pengeluaran pangan dan pangan

Proporsi Pengeluaran Pangan

Kebutuhan primer yang harus dipenuhi salah satunya adalah pangan agar dapat bertahan hidup. Pengeluaran pangan rumah tangga ialah pengeluaran rumah tangga sehari-hari yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pangan anggota rumah tangga. Sumber pengeluaran pangan terdiri atas sumber karbohidrat, lauk pauk, sayuran, bumbu dapur, buah-buahan, lemak dan minyak, pemanis, bahan minuman dan rokok (Shidiq, 2023).

Rata rata pengeluaran pangan rumah tangga petani, pengeluaran pangan yang paling banyak dikeluarkan adalah untuk lauk pauk yakni sebesar 46% (Tabel 3). Lauk pauk adalah makanan yang digunakan sebagai teman nasi, yang mengandung protein. Protein dalam lauk pauk dapat berupa protein nabati dan juga hewani. Tempe dan tahu merupakan olahan kacang kedelai yang termasuk dalam protein nabati. Sedangkan, ikan, daging, telur dan unggas termasuk dalam kategori protein hewani. Diantara protein nabati dan hewani, yang mengandung asam amino esensial lebih lengkap merupakan protein hewani (Ernawati et al., 2016).

Pengeluaran pangan tertinggi kedua yaitu rokok, sebesar 19%. Konsumsi untuk rokok lebih tinggi daripada konsumsi sumber karbohidrat disebabkan karena umumnya petani mengkonsumsi hasil panen sendiri, sehingga pengeluaran untuk sumber karbohidrat hanya dilakukan ketika hasil panen tidak mencukupi konsumsi sebelum musim panen selanjutnya datang. Survei yang dilakukan WHO pada tahun 2016 menyebutkan bahwa rumah tangga miskin di pedesaan 3 kali lebih mungkin merokok daripada rumah tangga kaya (World Health Organization, 2020). Konsumsi rokok memiliki hubungan positif dengan rumah tangga yang tidak tahan pangan (Purwaningsih et al., 2010). Selain itu, merokok juga meningkatkan kemiskinan karena merokok meningkatkan garis kemiskinan makanan (BPS, 2016). Oleh karena pengeluaran untuk rokok akan lebih baik jika dialihkan untuk membeli bahan makanan yang lebih bergizi.

Jenis pengeluaran yang paling rendah merupakan beras, hal ini dikarenakan seluruh responden rumah tangga petani merupakan petani padi sehingga mereka tidak

mengeluarkan uang untuk membeli beras, seluruh rumah tangga memanfaatkan hasil panennya untuk sumber karbohidratnya. Rumah tangga petani di Kecamatan Mantup menurut analisis rata-rata hanya menggunakan 18-24% beras dari hasil panen yang didapatkan.

Proporsi Pengeluaran Non Pangan

Jenis pengeluaran non pangan yang paling banyak dikeluarkan adalah untuk biaya Pendidikan yang mencapai 41% hampir setengah dari pengeluaran non pangan. Biaya pendidikan untuk anggota keluarga yang menduduki bangku sekolah seperti uang saku, ekstrakurikuler, buku, SPP, alat tulis dan lain-lain. Biaya tertinggi adalah untuk uang saku. Sedangkan untuk anggota keluarga yang sudah menduduki bangku perkuliahan biaya yang dikeluarkan meliputi tempat tinggal, uang saku, UKT, uang pangkal, alat tulis dan lain sebagainya (Nisfah, 2012).

Sebagian besar rumah tangga petani di Kecamatan Mantup menunjukkan tingkat diversifikasi pendapatan relatif rendah hingga menengah. Hal ini berdampak pada pola pengeluaran rumah tangga petani di Kecamatan Mantup, baik pengeluaran pangan dan non pangan. rumah tangga dengan diversifikasi yang terbatas atau pendaoatan yang terbatas akan mengeluarkan konsumsi yang dianggap prioritas seperti pengeluaran untuk pangan dan Sebagian prioritas untuk pengeluaran non pangan seperti Listrik, biaya pendidikan, dan air.

Tingkat Konsumsi Pangan Rumah Tangga

Konsumsi pangan rumah tangga dievaluasi menggunakan protein dan energi yang dikonsumsi. Konsumsi pangan ialah sejumlah makanan atau minuman yang dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Konsumsi pangan dievaluasi dari konsumsi makanan dan minum setiap anggota keluarga tanpa pertimbangan apapun (memasak atau membeli) (Anzaini et al., 2022). Angka Kecukupan Energi dan Angka Kecupan Protein petani padi sawah di Kecamatan Mantup disajikan pada Tabel 4.

Rata-rata TKE adalah 81% dari total AKG yang dianjurkan, rata-rata rumah tangga petani mengonsumsi 1695,13 kkal/orang/hari. Pemenuhan energi 81% menunjukkan bahwa rata-rata rumah tangga petani masuk kedalam

kelompok sedang menurut klasifikasi TKG. Sedangkan rata-rata konsumsi protein responden per hari adalah 45,19 gram/orang/hari atau telah mencapai 79% dari AKG yang dianjurkan dan termasuk dalam kategori kurang pada klasifikasi tingkat kecukupan gizi.

Tabel 4 Status Tingkat Kecukupan Gizi dari petani padi sawah di Kecamatan Mantup, Kabupaten Lamongan

Kandungan Gizi	Konsumsi (Individu)	AKG yang Dianjurkan	TKG
Energi (kkal/orang/hari)	1695,13	2100	81%
Protein (gram/orang/hari)	45,19	57	79%

Sukirno (2011) menyatakan bahwa konsumsi rumah tangga sangat dipengaruhi oleh tingkat pendapatan. Semakin rendah pendapatan, semakin besar kemungkinan rumah tangga hanya mampu membeli pangan pokok dan mengurangi konsumsi pangan bergizi lainnya. Sesuai juga dengan pendapat FAO, bahwa bukan hanya ketersediaan pangan yang dapat menentukan ketahanan pangan, tetapi ditentukan dengan akses ekonomi dan kualitas gizi yang dikonsumsi (Maksum et al., 2019), maka rendahnya tingkat konsumsi di Kecamatan Mantup menunjukkan bahwa masalah utama bukan semata pada ketersediaan beras atau pangan pokok, melainkan pada keterbatasan akses ekonomi rumah tangga petani untuk memperoleh pangan bergizi seimbang.

Anzaini et al. (2022) melaporkan bahwa kondisi surplus *stock* beras tidak berpengaruh terhadap TKG rumah tangga atau individu. Kurang tercukupinya kebutuhan gizi rumah tangga dapat disebabkan oleh jenis makanan yang kurang beragam, dan jumlah yang terbatas. Hal yang dapat dilakukan adalah dengan diversifikasi makanan yang dikonsumsi seperti umbi-umbian atau sumber karbohidrat tinggi lainnya, sehingga dapat meningkatkan TKG.

Seluruh responden dalam penelitian ini merupakan petani padi, dimana, petani tidak perlu mengeluarkan uang untuk beras, namun kebutuhan energi serta protein belum tercukupi secara maksimal. Konsumsi pangan yang kurang beragam juga ditemukan dalam

penelitian ini, responden mayoritas mengonsumsi makanan yang kurang beragam, sehingga hal ini dapat mempengaruhi angka kecukupan gizi pada rumah tangga petani. Kandungan protein yang dimiliki beras atau nasi rendah, namun saat dikonsumsi sering dengan jumlah yang relative banyak, maka nasi dapat mempengaruhi besarnya konsumsi protein (Adriani dan Wirjatmadi, 2012). Konsumsi protein yang tinggi oleh para petani berasal dari seringnya konsumsi telur dan ikan yang merupakan sumber protein terbesar selain daging.

Analisis Ketahanan Pangan

Ketersediaan, distribusi dan konsumsi masyarakat terhadap pangan adalah hal-hal yang digunakan untuk mengetahui ketahanan pangan. Begitu pula dengan kecukupan pangan yang dikonsumsi anggota keluarga menjadi alat untuk menilai kondisi tahan pangan atau tidaknya suatu rumah tangga. Kategori ketahanan pangan rumah tangga dianalisis menggunakan klasifikasi silang antara pengeluaran makanan dan konsumsi energi (TKE) (Anzaini et al., 2022).

Pada penelitian ini, klasifikasi silang antara pengeluaran dan tingkat konsumsi merupakan indikator yang dipakai dalam menentukan kategori tahan pangan rumah tangga di Mantup (Anzaini et al., 2022). Tabel 5 menunjukkan kondisi ketahanan pangan rumah tangga petani di Kecamatan Mantup Kabupaten Lamongan. Rumah tangga petani di Kecamatan Mantup Kabupaten Lamongan tersebar dalam 4 kondisi ketahanan pangan.

Tabel 5 Klasifikasi Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani

No.	Kategori Ketahanan Pangan	Jumlah Rumah Tangga	
		n	%
1	Tahan Pangan	17	34
2	Rentan Pangan	16	32
3	Kurang Pangan	9	18
4	Rawan Pangan	8	16
Jumlah		50	100

Sebanyak 17 rumah tangga atau 34% merupakan rumah tangga tahan pangan karena, pengeluaran pangan kurang dari 60%

dan kecukupan energi lebih dari 80%. Menurut Badan Pangan Nasional (2022), Rumah tangga tahan pangan adalah rumah tangga yang memiliki akses terhadap pangan yang cukup, baik jumlah maupun kualitasnya, serta mampu memenuhinya secara berkelanjutan. Kondisi ini mencerminkan ketersediaan, keterjangkauan, dan pemanfaatan pangan yang baik.

Rumah tangga yang termasuk dalam kategori rentan pangan ada 16 rumah tangga atau 32%, karena pengeluaran pangan lebih dari atau sama dengan 60% dan kecukupan energi lebih dari 80%. Rumah tangga yang berpotensi mengalami kekurangan pangan di masa depan atau kondisi rentan pangan, meskipun saat ini masih dalam kondisi yang relatif aman (Badan Pangan Nasional, 2022). Sebanyak 16 rumah tangga di Kecamatan Mantup berada pada kondisi rentan pangan, untuk menjaga potensi kekurangan pangan di masa depan, sebaiknya rumah tangga rentan pangan mempertahankan konsumsi makanan dan mengurangi pengeluaran untuk makanan, khususnya rokok.

Sebanyak sembilan rumah tangga atau 18% termasuk rumah kurang pangan karena pangsa pengeluaran pangan kurang dari 60% dan kecukupan energi lebih dari 80%. Rumah tangga kurang pangan adalah rumah tangga dengan keadaan tidak selalu bisa memenuhi kebutuhan pangannya (Badan Pangan Nasional, 2022). Sebanyak sembilan rumah tangga petani masih mengeluarkan untuk pangan rendah dan konsumsi energi yang belum tercukupi. pengeluaran rendah dibanding dengan pengeluaran bukan makanan dapat disebabkan oleh biaya Pendidikan. Rumah tangga di Kecamatan Mantup rumah tangga dengan pengeluaran bukan makanan besar disebabkan oleh biaya Pendidikan. Sedangkan TKE yang kecil dapat dipengaruhi dengan pengetahuan yang minim tentang gizi, yang pada akhirnya rumah tangga belum memperoleh tingkat konsumsi energi yang sesuai.

Sebanyak delapan rumah tangga (16%) termasuk dalam kategori rawan pangan, karena memiliki pangsa pengeluaran untuk makanan < 60% dan kecukupan energi ≤ 80%. Rumah tangga dengan kondisi tidak tercukupinya pangan dalam kurun waktu tertentu disebut juga kerawanan pangan yang

dapat terjadi di daerah, masyarakat atau rumah tangga (Badan Pangan Nasional, 2022). Apabila pengeluaran untuk makanan tinggi dan TKE kurang maka itu yang disebut dengan rawan pangan, hal ini menunjukkan belum mencapai kesejahteraan dan ketahanan pangan. Maka dari itu, untuk rumah tangga rawan pangan hendaknya dapat meningkatkan pendapatannya sehingga dapat mengonsumsi pangan dengan kualitas dan gizi tinggi.

Sihite dan Tanziha (2021) menyatakan bahwa pengeluaran rumah tangga adalah faktor penentu status ketahanan pangan. Hal ini diperkuat oleh Saputro dan Fidayani (2020) yang menyatakan bahwa pangsa pengeluaran pangan sangat mempengaruhi status ketahanan pangan. Pangsa pengeluaran tinggi maka status ketahanan pangan menurun dan juga sebaliknya.

Status ketahanan pangan juga dapat dipengaruhi oleh pendapatan, pengeluaran, ketersediaan pangan dan besarnya rumah tangga. Syarat tercapainya tahan pangan adalah ketersediaan bahan pangan bagi rumah tangga dalam segi kuantitas dan kualitasnya (Rusyantia et al., 2010). Oleh karena itu, status ketahanan pangan suatu rumah tangga sangat bergantung pada pangsa pengeluaran dan kecukupan energi dan berbagai faktor lainnya. Apabila pengeluaran pangan rendah maka tingkat ketahanan pangan meningkat, begitu pula sebaliknya. Peningkatan kecukupan energi akan diikuti dengan peningkatan ketahanan pangan, dan jika tingkat kecukupan energi menurun maka tingkat ketahanan pangan menurun pula.

Maxwell et al. (2000) menyatakan bahwa status ketahanan pangan dapat ditentukan oleh pendapatan rumah tangga. Jika pendapatan tinggi maka ketahanan pangan rumah tangga dan status gizi rumah tangga tinggi pula, dan sebaliknya. Kecamatan Mantup menunjukkan terdapat 34% rumah tangga tahan pangan dimana sebagian besar pendapatannya telah cukup memenuhi kebutuhan pangannya. Rumah tangga dengan status rentan pangan, kurang pangan dan rawan pangan cenderung memiliki pendapatan rendah sehingga kebutuhan pangan bergizi belum tercukupi.

Tingkat ketahanan pangan petani padi sawah di Kecamatan Mantup sangat beragam, namun terdapat dua kategori Tingkat

ketahanan pangan yang mendominasi, yakni tahan pangan dan rentan pangan. Rumah tangga petani di Kecamatan Mantup yang termasuk dalam kategori tahan pangan merupakan rumah tangga yang memiliki lahan padi yang cukup luas dan memiliki sumber pendapatan lain selain pertanian, sehingga pendapatan yang diperoleh dapat mencukupi kebutuhan dan rumah tangga dapat mengonsumsi sebagian hasil panen (selain padi). Rumah tangga petani padi sawah di Kecamatan Mantup yang termasuk dalam kategori rentan pangan umumnya memiliki lahan padi yang tidak terlalu luas dan tidak memiliki pendapatan dari sektor lain, sehingga proporsi pengeluaran untuk pangan lebih tinggi daripada pengeluaran untuk non pangan.

Rumah tangga petani perlu meningkatkan pengetahuan terkait gizi yang terkandung dalam makanan. Sebaiknya pemerintahan setempat mengadakan program perbaikan gizi dan pola konsumsi rumah tangga petani. Selain itu, perlu peningkatan akses rumah tangga terhadap sumber protein hewani maupun nabati dengan harga terjangkau. Rumah tangga perlu meningkatkan pengetahuan terkait gizi yang terkandung dalam makanan. Sebaiknya pemerintahan setempat mengadakan program perbaikan gizi dan pola konsumsi rumah tangga petani. Selain itu, perlu peningkatan akses rumah tangga terhadap sumber protein hewani maupun nabati dengan harga terjangkau.

KESIMPULAN

Kebutuhan pangan pada rumah tangga petani di Kecamatan Mantup, Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur masih menjadi prioritas utama, dan kemampuan dalam memenuhi kebutuhan non pangan masih terbatas. Tingkat kesejahteraan rumah tangga belum tercapai. Tingkat konsumsi energi dan protein rumah tangga petani masih berada dibawah angka kecukupan gizi, yakni 81% dan 79% per hari yang mengakibatkan tingkat ketahanan pangan rumah tangga belum tercapai dengan merata. Hanya 34% rumah tangga termasuk tahan pangan, sedangkan 66% belum mencapai ketahanan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, M., Wirjatmadi, B., 2012. Peranan Gizi dalam Siklus Kehidupan (3th ed.). Prenadamedia Group, Jakarta.
- Anzaini, B.K., Gantini, T., Srimenganti, N., 2022. Analisis ketahanan pangan berdasarkan proporsi pengeluaran dan konsumsi energi. *Orchid Agri* 2(2), 76-85.
<http://dx.doi.org/10.35138/orchidagri.v2.i2.441>
- Arida, A., Sofyan, Fadhiela, K., 2015. Analisis ketahanan pangan rumah tangga berdasarkan proporsi pengeluaran pangan dan konsumsi energi (Studi kasus pada rumah tangga petani peserta program Desa Mandiri Pangan di Kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar). *AGRISEP* 16(1), 20-34.
- Badan Pangan Nasional, 2022. Indeks Ketahanan Pangan 2022. Badan Pangan Nasional, Jakarta.
- Baffes, J., Etienne, X.L., 2015. Analyzing food price trends in the context of engel's law and the prebisch-singer hypothesis. Policy Research Working Paper Series 7424, The World Bank.
- BPS, 2016. Rokok vs. Kemiskinan. Badan Pusat Statistik.
<https://www.bps.go.id/id/news/2016/02/16/133/rokok-vs--kemiskinan.html> [12 Pebruari 2025]
- BPS Jawa Timur, 2024. Rata-rata pengeluaran perkapita sebulan di Provinsi Jawa Timur menurut kabupaten/kota dan jenis pengeluaran makanan dan non makanan 2023. <https://jatim.bps.go.id> [12 Pebruari 2025]
- BPS Jawa Timur, 2025. Luas panen, produktivitas, dan produksi padi menurut kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur 2024. <https://jatim.bps.go.id/>. [12 Pebruari 2025]
- BPS Lamongan, 2023. Hasil Pencacahan Lengkap Sensus Pertanian 2023: Usaha Pertanian Perorangan (UTP) Tanaman Pangan Kabupaten Lamongan (II). BPS Kabupaten Lamongan, Lamongan.
- Deaton, A., Muellbauer, J., 2012. Economics and consumer behavior. Cambridge University Press.
- Ernawati, F., Prihatini, M., Yuriesta, A., 2016. Gambaran konsumsi protein nabati dan hewani pada anak balita stunting dan gizi kurang di Indonesia. *Nutrition and Food Research* 39(2), 95-102.
<https://doi.org/10.22435/pgm.v39i2.6973>.
- Fayasari, A., 2020. Penilaian Konsumsi Pangan. Tim Kun Fayakun (ed.). Kun Fayakun, Jombang, Jawa Timur.
- Hariani, I.L., Hadiprayogo, B., Priwasana, E., 2017. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi pertahanan pangan rumah tangga masyarakat nelayan Kecamatan Puger Kabupaten Jember. *AGRIBEST* 1(2), 201-212.
- Kindleberger, C.P., 1997. Economic Laws and Economic History. Cambridge University Press, Cambridge.
- Maksum, S.R.I., Jamanie, F., Alaydrus, A., 2019. Strategi Dinas Ketahanan Pangan dalam meningkatkan ketahanan pangan Kota Samarinda. *eJournal Pemerintahan Integratif* 7(4), 570-581.
- Maxwell, D., Levin, C., Armar-Klemesu, M., Ruel, M., Morris, S., Ahiadeke, C., 2000. Urban livelihoods and food and nutrition security in Greater Accra, Ghana. Research Report 112. International Food Policy Research Institute.
- Nisfah, L. (2012). Hubungan Diversifikasi Pendapatan dengan Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani di Kecamatan Welahan Kabupaten Jepara. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Prastiwi, A.D., Rahayu, E.S., Marwanti, S., 2022. Analisis ketahanan pangan rumah tangga petani berdasarkan proporsi pengeluaran dan konsumsi energi di Das Samin Kabupaten Karanganyar. *AGRISTA* 10(1), 58-72.

- Rochmania, M.S., Agustono, Rahayu, W., 2023. Hubungan diversifikasi pendapatan dengan ketahanan pangan rumah tangga petani di Kecamatan Nalumsari Kabupaten Jepara. *AGRISTA* 11(2), 81–92.
- Rumawas, V.V., Nayoan, H., Kumayas, N., 2021. Peran pemerintah dalam mewujudkan ketahanan pangan Minahasa Selatan (Studi Dinas Ketahanan Pangan Minahasa Selatan). *Jurnal Governance* 1(1), 1-12.
- Rusyantia, A., Haryono, D., Kasymir, E., 2010. Kajian ketahanan pangan rumah tangga pedesaan dalam upaya peningkatan status gizi masyarakat di Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 10(3), 171–184. <https://doi.org/10.25181/jppt.v10i3.261>
- Saputro, W.A., Fidayani, Y., 2020. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan rumah tangga petani di Kabupaten Klaten. *Agrica* 13(2), 115-123. <https://doi.org/10.31289/agrica.v13i1.3105.g2501>
- Shidiq, M., 2023. Hubungan Diversifikasi Pendapatan dan Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani di Kabupaten Gunungkidul [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada.
- Sihite, N.W., Tanziha, I., 2021. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan rumah tangga di Kota Medan. *Action: Aceh Nutrition Journal*, 6(1), 15–24. <https://doi.org/10.30867/action.v6i1.395>
- Sugiyono, 2019. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Sukirno, S., 2011. Ekonomi Pembangunan: Proses, Masalah dan Kebijakan. Kencana Prenada Media group.
- Susanto, D., Uchyani, R., Irawan, E., 2022. Analisis Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani Padi Berdasarkan Proporsi Pengeluaran Pangan dan Konsumsi Energi di Kecamatan Cawas Kabupaten Klaten. *AGRISTA* 10(3), 65-74.
- World Health Organization, 2020. Raising Tobacco Taxes and Prices for a Healthy and Prosperous Indonesia. World Health Organization Regional Office South-East Asia.

JUMLAH TOTAL BAKTERI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI *Salmonella* sp. PADA BAKSO IKAN DI PASAR INDUK GEDEBAGE KOTA BANDUNG

Total Bacterial Count and Salmonella sp. Identification in Fish Balls from Gedebage Central Market, Bandung City

Sinta Firanida*, Junianto, Rita Rostika, Iis Rostini

Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kab. Sumedang 45363 Jawa Barat Telp./Fax. (022) 84388888

**)Penulis korespondensi: sinta21001@mail.unpad.ac.id*

Submisi: 4.6.2025; Penerimaan: 14.9.2025; Dipublikasikan: 31.12.2025

ABSTRAK

Bakso ikan termasuk salah satu produk olahan perikanan yang mudah terkontaminasi mikroorganisme, disebabkan oleh tingginya kadar protein dan kandungan air di dalamnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai kualitas mikrobiologi bakso ikan yang diperjual belikan di Pasar Induk Gedebage Kota Bandung, dengan melakukan uji jumlah total bakteri menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) serta mengidentifikasi keberadaan bakteri *Salmonella* sp. sebagai indikator kontaminasi bakteri patogen. Sebanyak delapan sampel bakso ikan yang terdiri dari produk yang telah dikemas dan produk yang curah diambil dengan metode *purposive sampling*. Pengujian mikrobiologi dilakukan berdasarkan acuan SNI 2332.3:2015 untuk TPC dan SNI 01-2332.3:2006 untuk identifikasi *Salmonella* sp. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sampel memiliki jumlah total bakteri yang melebihi ambang batas maksimum menurut SNI 7266:2017, yaitu 1×10^5 CFU/gram. Rata-rata nilai TPC pada bakso ikan curah tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan bakso ikan kemasan. Selain itu, dua dari delapan sampel diketahui positif mengandung bakteri *Salmonella* sp. Temuan ini mengindikasikan adanya faktor-faktor yang mengharuskan pengawasan, perbaikan sanitasi, serta edukasi bagi seluruh elemen terkait termasuk pengelola pasar, produsen, distributor, penjual, dan konsumen untuk meningkatkan keamanan produk perikanan di pasar tradisional.

Kata kunci: Bakso ikan, keamanan pangan, pasar tradisional, Salmonella sp., Total Plate Count.

ABSTRACT

*Fish balls are processed fishery products that are highly susceptible to microbial contamination due to their high protein and moisture content. This study aimed to assess the microbiological quality of fish balls sold at Gedebage Central Market, Bandung City, as a measure of food safety. The evaluation included the determination of total microbial load using the Total Plate Count (TPC) method and the detection of *Salmonella* sp. as an indicator of pathogenic contamination. A total of eight fish ball samples, including both packaged and unpackaged (bulk) products, were collected through purposive sampling. Microbiological examinations were conducted in accordance with Indonesian National Standards: SNI 2332.3:2015 for TPC and SNI 01-2332.2:2006 for the identification of *Salmonella* sp. The results revealed that all samples exceeded the maximum permissible TPC limit of 1×10^5 CFU/gram, with unpackaged samples showing higher average counts than packaged ones. Additionally, two out of the eight samples tested positive for *Salmonella* sp. These findings indicate inadequate hygienic practices during production, packaging, and distribution. Therefore, strengthened supervision, improved sanitation protocols, and education for stakeholders—including market authorities, producers, distributors, vendors, and consumers—are essential to enhance the microbiological safety of fishery products in traditional markets.*

Keywords: Fish balls, food safety, Salmonella sp., Total Plate Count, traditional markets.

PENDAHULUAN

Keamanan pangan merupakan faktor krusial dalam penyelenggaraan sistem pangan. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1996 tentang Pangan, keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia.

Kualitas mikrobiologi suatu pangan mencerminkan tingkat kontaminasi mikroba dan tingkat kontaminasi yang tinggi menunjukkan kualitas pangan yang buruk baik dari praktik penyimpanan maupun penanganan yang dapat meningkatkan risiko penularan penyakit (Tamiru et al. 2024). Pengujian mikrobiologi pada pangan dilakukan untuk mengetahui kualitas mikrobiologinya.

Menurut Kortei et al. (2020), kontaminasi mikroorganisme pada makanan menjadi perhatian serius dalam kesehatan masyarakat global. Fatiqin et al. (2019) menambahkan bahwa pengujian mikrobiologi meliputi deteksi kuantitatif bakteri patogen sebagai penentu tingkat keamanan makanan, serta pengujian terhadap bakteri indikator yang merefleksikan kondisi sanitasi produk pangan. Beberapa parameter mikrobiologi penting yang dapat digunakan untuk menguji keamanan makanan mencakup total jumlah bakteri dan kontaminasi bakteri patogen seperti *Salmonella* sp. sebagaimana dicantumkan dalam SNI 7266:2017.

Jumlah total bakteri pada bahan pangan dihitung menggunakan metode uji Total Plate Count (TPC) untuk mengetahui tingkat kebersihan dan kualitas mikrobiologis Kirana et al., (2023). Jumlah batas maksimal cemaran mikroba pada bakso ikan sesuai SNI 7266:2017 adalah 1×10^5 CFU/gram untuk TPC.

Salmonella sp. merupakan salah satu bakteri patogen penyebab penyakit yang ditularkan melalui makanan (Jelita et al., 2023). Studi oleh Mumbo et al., (2023) menyebutkan bahwa ikan dan produk olahannya yang terkontaminasi *Salmonella* sp. dan termakan oleh manusia telah dilaporkan di banyak negara seperti Amerika

Serikat, India, Kanada, Meksiko, dan lainnya, dengan tingkat prevalensi berkisar antara 1,5% hingga 16,4% (Martinez-Urtaza et al., 2004; Simental dan Martinez-Urtaza, 2008; Setti et al., 2009; DePaola et al., 2010) dalam (Ayyappan dan Joseph, 2021). Yuswati (2017) menyatakan bahwa *Salmonella* sp. sering dijumpai pada bahan pangan berprotein tinggi yang menjadi media ideal bagi pertumbuhan mikroba. Kontaminasi *Salmonella* sp. dapat menimbulkan penyakit seperti demam tifoid, dengan gejala seperti demam tinggi, nyeri perut, ruam, hingga berisiko menyebabkan kehilangan kesadaran (Denis dan Hepiyansori, 2024).

Salah satu produk yang rawan terhadap kontaminasi mikroba adalah bakso ikan, yang merupakan bentuk diversifikasi hasil perikanan. Bakso ikan memiliki kandungan protein lebih tinggi dibandingkan dengan bakso yang terbuat dari daging sapi (Jelita et al., 2023). Kandungan protein bakso ikan bervariasi antara 30,20%–30,81% (Isra et al., 2024), bahkan mencapai 40,25% pada bakso ikan lele (Igene et al., 2016), namun lebih rendah pada ikan makarel (13,40–15,23%) (Asikin et al., 2020). Tingginya kandungan protein dan air ini membuat produk tersebut rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme (Ran et al., 2022). Ditambah lagi, daging ikan memiliki serat protein yang pendek sehingga lebih mudah diuraikan oleh mikroba (Hasrati dan Rusnawati, 2011).

Pasar Induk Gedebage merupakan salah satu dari dua pasar induk di Kota Bandung yang berfungsi sebagai pusat aktivitas transaksi bagi masyarakat di sekitar kawasan tersebut. Pasar induk adalah pasar yang menjadi tempat berlangsungnya berbagai kegiatan perdagangan, meliputi sentra pelelangan, sentra pengepul, serta sentra penyimpanan berbagai barang kebutuhan pokok yang masyarakat sekitar perlukan (Harleputra et al., 2023). Status Pasar Induk Gedebage tentunya tidak luput dari berbagai permasalahannya terutama sanitasi dan higienitasnya.

Pasar Induk Gedebage dalam sehari dapat menghasilkan limbah sampah sebanyak 16.357,5 kilogram dengan volume mencapai 60.413,7 liter (Nurfitriana et al., 2016). Pengelolaan Pasar Induk Gedebage tergolong kurang optimal, ditandai dengan kondisi

lingkungan yang kumuh dan banyaknya pedagang yang menggunakan area jalan alih-alih kios resmi yang telah disediakan (Aini, 2015). Pengelolaan sampah dan drainase di Pasar Gedebage dinilai buruk sehingga banyak sampah berserakan di mana-mana (Aini, 2015). Menurut Nanda et al., (2022), kesehatan lingkungan berhubungan erat dengan keberadaan sampah, karena sampah dapat menjadi tempat berkembang biak bagi berbagai mikroorganisme penyebab penyakit termasuk bakteri patogen. Sehingga sampah yang menumpuk menciptakan lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme patogen yang dapat mencemari bahan pangan dan mengakibatkan kerusakan mikrobiologis.

Temuan sebelumnya menunjukkan bahwa bakso ikan di beberapa daerah seperti Tanggamus (Lampung) dan Surabaya telah melebihi ambang batas TPC (Ratrinia et al., 2021) (Jelita et al., 2023). Sementara itu, *Salmonella* sp. terdeteksi pada 23,3% sampel bakso ikan di Singapura (Lim et al., 2015), 20% di Surabaya (Jelita et al., 2023), dan ditemukan pula pada produk otak-otak (Sartika et al., 2020).

Berdasarkan uraian diatas, belum banyak penelitian yang secara khusus mengkaji jumlah total bakteri dan identifikasi *Salmonella* sp. pada bakso ikan di Pasar Induk Gedebage Kota Bandung, sehingga perlu adanya riset mengenai jumlah total bakteri dan identifikasi bakteri *Salmonella* sp. pada bakso ikan yang beredar di Pasar Induk Gedebage Kota Bandung.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui serta mengevaluasi jumlah total mikroba dengan menentukan nilai *Total Plate Count* (TPC) pada bakso ikan dan menganalisis serta menyimpulkan ada atau tidaknya cemaran bakteri *Salmonella* sp. pada bakso ikan yang beredar di Pasar Induk Gedebage Kota Bandung.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bakso ikan sebagai sampel didapat dari Pasar Induk Gedebage Kota Bandung. Bahan kimia yang digunakan yaitu aquadest steril, *Plate Count Agar* (PCA), *Butterfield's Phosphate Buffered* (BFP), *Buffered Peptone Water* (BPW), *Tetrathionate Broth* (TTB), *Rappaport-Vassiliadis* (RVS), *Brilliant*

Green Dye Reagent, *Iodine Potassium Iodide Solution* (I2-KI), *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) *Agar*, *Triple Sugar Iron* (TSI) *Agar*, *MR (Methyl Red)-VP (Voges Proskauer)*, *Motility Indole Ornithine* (MIO) *Medium*, *Simmon Citrate Agar* (SCA), *Kovacs Reagent*, *Indikator Methyl Red*, *VP 1* (α -naphthol) dan *VP 2* (KOH 40%). Alkohol 70% juga digunakan untuk sterilisasi alat.

Peralatan laboratorium yang digunakan meliputi *laminar air flow*, timbangan analitik, mortar dan alu, gelas ukur, spatula, mikropipet (100 – 1000 μ L), mikrotip steril, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, inkubator, autoklaf, *hotplate magnetic stirrer*, bunsen, jarum inokulum (ose), tabung Erlenmeyer, pipet ukur, *colony counter*, *brown bottle* (*reagent bottle*), vortex, dan plastik ziplock.

Metode Penelitian

Jenis metode penelitian yang digunakan adalah survei. Menurut (Jelita et al., 2023), metode survei adalah teknik penyelidikan langsung yang digunakan untuk mengumpulkan informasi berupa fakta dari suatu kelompok atau wilayah tertentu.

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* yang merupakan teknik pengambilan sampel yang dilakukan dengan memilih subjek secara sengaja berdasarkan kriteria tertentu (Jelita et al., 2023). Dalam penelitian ini, sampel diambil dari pedagang yang menjual produk bakso ikan baik dalam kemasan bermerek maupun dalam bentuk curah. Untuk memudahkan identifikasi, produk kemasan diberi kode “1” sedangkan produk curah diberi kode “2”.

Hasil wawancara dengan pedagang menghasilkan empat titik pengambilan sampel. Delapan sampel yang dikumpulkan selanjutnya diuji mengikuti metode dari SNI 2332.3:2015 untuk *Total Plate Count* (TPC) dan SNI 01-2332.2:2006 untuk deteksi *Salmonella* sp.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini meliputi dua prosedur utama, yaitu perhitungan total bakteri menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dan identifikasi bakteri *Salmonella* sp.

Perhitungan Total Mikroba

Prosedur perhitungan total mikroba dengan *Total Plate Count* mengacu pada SNI 2332.3:2015 dengan metode *pour plate*. Delapan buah sampel bakso ikan masing-masing dihomogenkan dengan BFP (*Butterfield's Phosphate-Buffered Dilution Water*) pada rasio 1:9 menggunakan vortex, sehingga diperoleh larutan pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-6} . Sebanyak 1 mL dari masing-masing pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} , dan 10^{-6} diinokulasikan ke dalam cawan petri steril. Kemudian, *Plate Count Agar* (PCA) dituangkan ke dalam cawan petri dengan volume 12–15 mL, lalu diputar membentuk angka delapan agar larutan tercampur secara merata. Setelah medium mengeras, cawan diinkubasi selama 24 ± 1 jam pada suhu 37°C .

Identifikasi *Salmonella* sp.

Identifikasi bakteri *Salmonella* sp. dilakukan sesuai dengan prosedur pada SNI 01-2332.2:2006, yang mencakup tahap pra-pengkayaan, pengkayaan selektif, isolasi, dan uji biokimia.

Pra pengkayaan

Pada tahap pra pengkayaan, dari delapan sampel masing-masing dihomogenkan dalam *Buffered Peptone Water* (BPW) dengan rasio 1:9 lalu diinkubasi pada suhu $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 24 ± 2 jam.

Pengkayaan

Tahap pengkayaan melibatkan dua media, yaitu 0,1 mL larutan diinkubasi dengan 10 mL *Rappaport-Vassiliadis* (RVS) pada $42 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ dan 1 mL larutan diinkubasi dengan 10 mL *Tetrathionate Broth* (TTB) yang telah diberi I_2 -KI dan *Brilliant Green Dye* 1% pada suhu $43 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ selama 24 ± 2 jam.

Isolasi

Hasil inkubasi dari kedua media pengkayaan ditumbuhkan pada *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) Agar dengan metode gores, lalu diinkubasi 24 ± 2 jam pada suhu 37°C .

Uji Biokimia

Koloni yang diduga sebagai bakteri *Salmonella* sp. kemudian ditanam pada media uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) dan dilakukan uji IMViC yang terdiri atas uji

Indol, uji *Methyl Red* (MR), uji *Voges Proskauer* (VP) dan uji Sitrat (Natsir, 2023). Setelah itu diinkubasi pada suhu $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam ± 2 jam. Pada uji Indol ditambahkan Kovacs *reagent* sebanyak 0,3 mL. Pada media MR-VP dibagi menjadi dua bagian lalu ditambah *reagent* VP 1 (α -naphthol) dan VP 2 (KOH 40%). Untuk media MR ditambah 5-10 tetes indikator *methyl red*. Lalu diamati dan dicatat hasilnya (Kusuma et al., 2024).

Analisis Data

Pada penelitian ini, parameter yang diamati meliputi jumlah total bakteri menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) serta deteksi keberadaan *Salmonella* sp. Data jumlah total bakteri akan dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kondisi mikrobiologi sampel (Jelita et al., 2023). Jumlah koloni mikroba yang tumbuh dihitung secara manual menggunakan alat penghitung koloni (*colony counter*). Penghitungan valid dilakukan pada cawan petri yang memiliki kisaran koloni antara 25 hingga 250, sesuai standar dalam SNI 2332.3:2015. Nilai TPC dihitung dengan rumus berikut:

$$N = \frac{\Sigma C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)] \times (d)}$$

Keterangan:

N : jumlah koloni produk, dinyatakan dalam koloni per mL atau koloni per gram.

ΣC : jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung.

n_1 : jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung.

n_2 : jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung.

d : pengenceran pertama yang dihitung.

Nilai akhir TPC setiap sampel dibandingkan dengan ambang batas maksimum menurut SNI 7266:2017, yaitu 1×10^5 CFU/g. Jika hasil melampaui nilai tersebut, maka produk dianggap tidak memenuhi standar keamanan mikrobiologi.

Analisis data terhadap keberadaan *Salmonella* sp. dilakukan dengan mengamati ciri morfologi koloni dan melalui uji biokimia

lanjutan (Jelita et al., 2023). Hasil reaksi uji biokimia akan dibandingkan dengan pola reaksi standar *Salmonella* sp. yang sesuai

dengan SNI 01-2332.2:2006 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Reaksi Biokimia untuk *Salmonella* sp.

Uji	Hasil Reaksi		Reaksi <i>Salmonella</i> sp.
	Positif	Negatif	
TSIA	Tusukan Kuning	Tusukan Merah	+
Indol	Lapisan merah/violet pada permukaan	Lapisan kuning pada permukaan	-
<i>Methyl Red</i>	Warna merah menyebar	Warna kuning menyebar	+
Voges Proskauer	Merah muda sampai merah	Tidak ada perubahan warna	-
Sitrat	Media berubah menjadi berwarna biru	Tidak terjadi perubahan warna	+

Keterangan: Kondisi pengujian sesuai SNI 01-2332.2:2006 (BSN, 2006)

Apabila hasil reaksi biokimia sesuai dengan pola di atas, maka sampel dinyatakan positif mengandung *Salmonella* sp. Produk yang mengandung bakteri ini dikategorikan tidak aman dikonsumsi menurut SNI 7266:2017.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan Total Mikroba

Pengujian mikrobiologi menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) terhadap delapan sampel bakso ikan yang dijual di Pasar Induk Gedebage menghasilkan data seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Total Mikroba

Kode Sampel	Nilai TPC (CFU/g)
PA 1	$3,2 \times 10^6$
PA 2	$3,0 \times 10^6$
PB 1	$6,32 \times 10^5$
PB 2	$1,35 \times 10^6$
PC 1	$8,14 \times 10^5$
PC 2	$4,95 \times 10^7$
PD 1	$4,55 \times 10^6$
PD 2	$3,15 \times 10^7$

Keterangan: Batas Maksimum menurut SNI 7266:2017 adalah 1×10^5 CFU/g.

Seluruh sampel menunjukkan nilai TPC yang melebihi ambang batas maksimal berdasarkan SNI 7266:2017, yaitu 1×10^5 CFU/gram. Hal ini mengindikasikan adanya potensi bahaya mikrobiologis pada produk yang diuji. Jika ditinjau berdasarkan kode sampel, produk curah (kode "2") memiliki nilai TPC yang secara umum lebih tinggi daripada produk dalam kemasan (kode "1"). Rata-rata nilai TPC untuk produk kemasan adalah $2,30 \times 10^6$ CFU/gram, sedangkan untuk produk curah adalah $2,63 \times 10^7$ CFU/gram, menunjukkan perbedaan hampir 1 log. Temuan ini mengindikasikan bahwa produk yang tidak dikemas lebih rentan terhadap kontaminasi mikroba.

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi tingginya nilai *Total Plate Count* (TPC) antara lain sanitasi tempat penjualan, kualitas bahan baku, kondisi pengolahan, serta suhu dan jenis kemasan. Menurut Fauziah dan Suparmi (2022), sanitasi di tempat penjualan berperan penting dalam menjaga kebersihan pangan, yang ditandai oleh kondisi fisik lokasi berdagang, jarak terhadap sumber pencemaran, tersedianya saluran pembuangan tertutup, hingga sistem penyimpanan bahan pangan yang higienis dan terlindungi. Selain itu, pemisahan yang jelas antara bahan mentah dan matang serta faktor keberadaan vektor pencemar seperti kecoa, lalat, dan serangga lainnya di area penyimpanan menjadi

indikator penting dalam menilai sanitasi lingkungan

Selain faktor lingkungan, kualitas bahan baku yang digunakan harus memenuhi kriteria kesegaran, tidak melewati batas kadaluwarsa, serta bebas dari kontaminasi toksin. Prosedur penyimpanan yang tidak sesuai standar juga dapat meningkatkan potensi cemaran mikroba. Tahapan pengolahan, mulai dari penanganan bahan mentah hingga produk matang, perlu diperhatikan aspek sanitasi pada tempat produksi, peralatan yang digunakan, teknik pengolahan, dan metode penyimpanan pasca-produksi. Seluruh fasilitas dan peralatan pengolahan harus dijaga kebersihannya, sementara tenaga pengolah wajib memiliki pemahaman mengenai prinsip sanitasi pangan. Proses penyimpanan makanan setelah matang juga menjadi faktor krusial, karena penanganan yang tidak tepat dapat meningkatkan nilai TPC pada makanan yang diujikan di lingkungan terbuka (Widyastuti dan Almira, 2019).

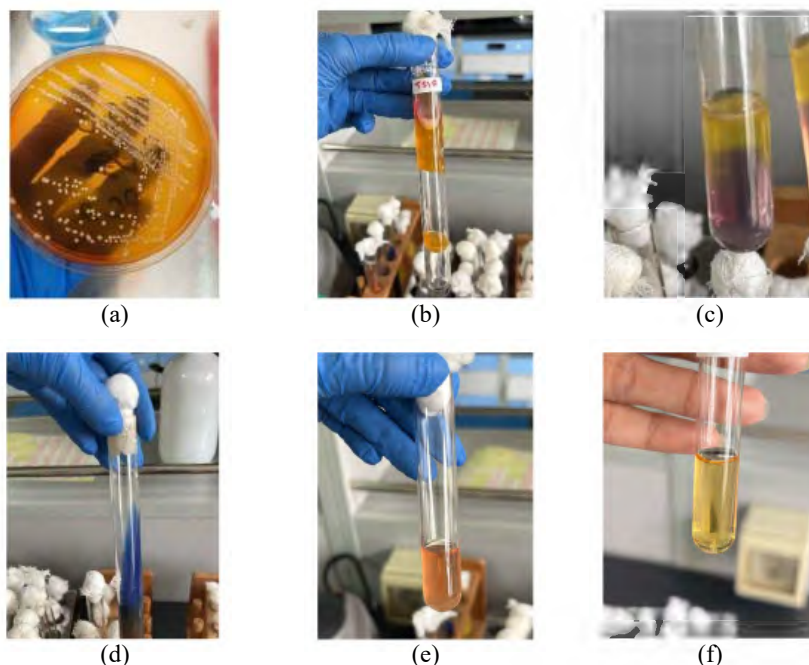
Nilai *Total Plate Count* (TPC) yang melampaui ambang batas maksimum juga dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian dalam aspek kemasan serta suhu pemajangan saat produk ditampilkan di pasaran. Salah satu penyebab utama mengapa kemasan dapat menjadi faktor penentu nilai TPC dikarenakan terdapat beberapa jenis kemasan yang tidak mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme secara efektif. Produk yang dikemas menggunakan plastik biasa atau hanya di-*sealing* lebih rentan mengalami kontaminasi daripada kemasan vakum karena adanya oksigen di dalam kemasan yang dapat menunjang pertumbuhan mikroorganisme aerob. Penggunaan kemasan vakum dan penyimpanan pada suhu rendah secara signifikan dapat menekan pertumbuhan mikroba pada bakso ikan, sehingga menjaga nilai TPC tetap dalam batas aman sesuai standar yang berlaku. Sebaliknya, penggunaan kemasan non-vakum dan penyimpanan pada suhu ruang cenderung menyebabkan peningkatan nilai TPC yang

dapat melebihi ambang batas maksimum, berisiko terhadap keamanan pangan (Poluakan et al., 2015).

Hasil Identifikasi Bakteri *Salmonella* sp.

Media *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) merupakan media diferensial untuk mengamati kemungkinan bakteri *Salmonella* sp. karena mengandung sodium deoxycholate yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif, serta terdapat tiosulfat yang memiliki fungsi sebagai indikator H₂S (Risdayanti et al., 2023). Bakteri *Salmonella* sp. umumnya membentuk koloni khas berwarna merah atau merah muda dengan titik hitam di tengah akibat produksi H₂S. Perubahan pH media menjadi basa akan mengubah warna media menjadi jambu (pink), kemudian menjadi hitam bila hidrogen sulfida terbentuk. (Christanti dan Azhar, 2019). Dengan demikian, koloni hitam pada media XLD menjadi indikator awal keberadaan *Salmonella* sp., meskipun tetap memerlukan konfirmasi lebih lanjut melalui uji biokimia.

Sebaliknya, koloni tidak khas *Salmonella* sp. adalah koloni yang tumbuh pada media selektif tetapi tidak menunjukkan ciri morfologi yang identik dengan koloni khas. Misalnya, koloni berwarna kuning atau merah tanpa titik hitam yang mampu memfermentasi *xylose* dan menyebabkan penurunan pH pada media. Beberapa strain *Salmonella* yang tidak menghasilkan H₂S juga dapat membentuk koloni tidak khas seperti *Salmonella paratyphi* yang tergolong salah satu spesies *Salmonella* sp. yang tidak dapat memproduksi H₂S, namun dapat menghasilkan gas. Gas tersebut terbentuk akibat reaksi asam yang dipertahankan pada dasar media (Putra, 2022). Sehingga, perlu dilakukan pengujian lanjutan terhadap koloni khas maupun tidak khas untuk memastikan keberadaan *Salmonella* sp. secara akurat. Berdasarkan hasil inkubasi sampel yang digores pada media diferensial XLD, dihasilkan koloni tidak khas yaitu koloni kuning tanpa bintik hitam.



Gambar 1. Identifikasi *Salmonella* sp. pada bakso. Hasil Penggoresan pada Media *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) (a), Hasil Uji *TSIA* positif (b), Hasil Uji *Indol* negatif (c), Hasil Uji *Simmon's citrate* positif (d), Hasil Uji *Methyl Red* positif (e), hasil Uji *Voges Proskauer* negatif (f).

Hasil goresan ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Suripto dan Chalida Alfani (2022) yang mendapati penggoresan pada media *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) setelah inkubasi menghasilkan koloni berwarna kuning tanpa inti hitam. Setelah dilakukan pengujian biokimia lebih lanjut, didapatkan bahwa koloni tersebut positif merupakan koloni *Salmonella* sp. Oleh karena itu, meskipun yang dihasilkan merupakan koloni tidak khas,

koloni yang terduga tetap ditanam pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Motility Indole Ornithine* (MIO) Medium untuk uji Indol, MR (*Methyl Red*) – VP (*Voges Proskauer*) untuk uji *Methyl Red* dan *Voges-Proskauer*, dan *Simmon Citrate Agar* (SCA) untuk menguji kemampuan bakteri memanfaatkan sitrat sebagai sumber energi. Hasil uji biokimia terhadap bakteri *Salmonella* sp. dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji TSIA dan IMViC

Kode Sampel	Uji TSIA dan IMViC					Hasil Akhir
	TSIA	Indol	MR	VP	SCA	
PA 1	K/K	-	-	+	+	Negatif
PA 2	K/A	-	-	+	+	Negatif
PB 1	A/A	-	-	+	+	Negatif
PB 2	K/A	-	+	-	+	Positif
PC 1	A/K	-	-	-	+	Negatif
PC 2	K/A	-	+	-	+	Positif
PD 1	A/A	-	-	-	+	Negatif
PD 2	K/A	-	-	-	+	Negatif

Keterangan: TSIA = *Triple Sugar Iron Agar*; K/K = *Alkaline/Alkaline*; K/A = *Alkaline/Asam*; A/A = *Asam/Asam*. MR = *Methyl Red*; VP = *Voges Proskauer*; SCA = *Simmons Citrate Agar*. Sampel yang menunjukkan reaksi khas sesuai uji biokimia (PB2 dan PC2) teridentifikasi positif *Salmonella* sp.

Hasil Uji Triple Sugar Iron Agar (TSIA)

Hasil uji media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) menunjukkan sampel PA 2, PB 2, PC 2, dan PD 2 diduga terkontaminasi bakteri *Salmonella* sp. ditunjukkan dengan warna media yang merah pada agar miring (Alkalin/K) dan warna media yang kuning pada agar tusuk (Asam/A) serta dihasilkannya gas.

Uji TSIA positif ditunjukkan dengan media agar miring yang berwarna merah dan media agar tegak yang berwarna kuning dengan atau tanpa H₂S. Warna merah pada media agar miring disebabkan karena bakteri *Salmonella* sp. tidak dapat memfermentasi laktosa dan sukrosa sedangkan pada media agar tegak yang berwarna kuning terjadi karena adanya reaksi bakteri *Salmonella* sp. yang memfermentasi glukosa untuk proses pertumbuhannya (Christanti dan Azhar, 2019). Sementara itu, pembentukan H₂S muncul karena beberapa spesies bakteri *Salmonella* sp. dapat memfermentasi H₂ dan CO₂ (Christanti dan Azhar, 2019). Sedangkan pembentukan gas tanpa terbentuknya H₂S disebabkan oleh reaksi asam akibat fermentasi laktosa dan sukrosa dengan konsentrasi tinggi yang dipertahankan pada dasar media (Ulya et al., 2020).

Hasil Uji Indol

Hasil dari uji indol menggunakan media MIO (*Motility-Indole Ornithine*) didapati seluruh sampel negatif indol. MIO (*Motility-Indole Ornithine*) merupakan media uji untuk mengetahui motilitas, indol, dan ornitin. Prinsip uji indol didasarkan pada proses hidrolisis asam amino tryptophan sebagai sumber karbon yang dikatalis oleh enzim triptofanase, menghasilkan senyawa seperti asam piruvat, amonia, dan indol yang ditandai dengan adanya lapisan berwarna merah di permukaan (Hasanah et al., 2023).

Sebelum dilakukan pembacaan hasil biokimia, media MIO akan ditetesi reagen Kovacs untuk mengetahui reaksi pada indol. Asam amino tryptophan tidak dapat diuraikan menjadi indol oleh *Salmonella* sp. dan hanya dapat mengubah glukosa menjadi asam sehingga hasil uji indol seharusnya negatif (Hasanah et al., 2023).

Hasil Simmon's Citrate

Uji *sitrat* menggunakan media *Simmon's Citrate Agar* (SCA) pada bakteri *Salmonella* sp. yang bereaksi positif ditunjukkan dengan perubahan warna media yang semulanya hijau menjadi biru. Terlihat pada Tabel 4 seluruh sampel menunjukkan hasil positif.

Perubahan warna media dari hijau menjadi biru terjadi akibat pemanfaatan asam sitrat sebagai sumber karbon tunggal untuk mendukung proses pertumbuhan bakteri (Christanti dan Azhar, 2019). Penguraian asam sitrat menjadi asam oksaloasetat dan asam asetat kemudian dihasilkan asam piruvat dan karbondioksida (CO₂). Karbondioksida (CO₂) yang dihasilkan berikatan dengan sodium (Na) dan air yang kemudian akan membentuk sodium karbonat (Na₂CO₃). Sodium karbonat dapat mengubah warna media dari warna hijau menjadi biru atau indikator *bromthymol blue* (Suripto dan Chalida Alfani, 2022).

Hasil MR-VP

Pada uji MR-VP (*Methyl Red-Voges Proskauer*) media hasil inkubasi akan dibagi menjadi dua. Pada uji MR, media akan ditetesi indikator *Methyl Red* (MR) terlebih dahulu sebelum dibaca. Perubahan warna media menjadi merah pada tabung reaksi menunjukkan reaksi positif dari bakteri *Salmonella* sp. (Nissa et al., 2023). Ditinjau pada Tabel 4, hanya sampel dengan kode PB 2 dan PC 2 yang memiliki hasil uji MR positif. Hasil positif disebabkan karena terjadinya fermentasi asam oleh bakteri *Salmonella* sp. yang merupakan hasil dari fermentasi pada media mengandung glukosa (Christanti dan Azhar, 2019).

Sebelum dilakukan pembacaan pada uji VP, media akan ditetesi dengan reagen VP 1 dan VP 2. Pada uji VP, apabila tidak terlihat perubahan warna pada media tabung reaksi, hal ini menunjukkan reaksi bakteri *Salmonella* sp. bersifat negatif (Nissa et al., 2023). Pada Tabel 4 terdapat hasil uji VP yang menunjukkan hasil negatif adalah PB 2, PC 1, PC 2, PD 1, dan PD 2 memiliki hasil negatif disebabkan karena bakteri *Salmonella* sp. tidak mampu memfermentasi 2,3-butanadiol (Christanti dan Azhar, 2019).

Setelah melalui serangkaian uji identifikasi bakteri *Salmonella* sp., ditemukan bahwa dari total delapan sampel bakso ikan yang diuji, dua di antaranya yaitu PB 2 dan PC 2 positif terkontaminasi bakteri *Salmonella* sp.

Salmonella sp. merupakan patogen bawaan makanan dari famili Enterobacteriaceae yang menyebabkan gastroenteritis pada manusia (Polat et al., 2025). Setiap tahunnya, tercatat sekitar 200 juta hingga 1 miliar kasus infeksi *Salmonella* sp. di seluruh dunia, yang menyebabkan 93 juta kasus gastroenteritis dan 155.000 kematian. Sekitar 85% dari kasus tersebut disebabkan oleh terkontaminasinya makanan yang dikonsumsi (Polat et al., 2025). Media utama penularan *Salmonella* sp. kepada manusia adalah produk hasil pertanian, unggas, dan produk perikanan (Lim et al., 2015).

Menurut Ilahi et al. (2021), kontaminasi mikroba dapat terjadi selama proses produksi, distribusi, dan penjualan di pasar. Oleh sebab itu, apabila lingkungan yang digunakan selama proses produksi, distribusi, dan penjualan di pasar tidak higienis akan memunculkan adanya dugaan kontaminasi mikroba sebagaimana menurut

Kortei et al. (2020) menyatakan bahwa lingkungan merupakan salah satu faktor utama penyebab kontaminasi mikroba. Menurut Fatimah et al. (2022), kontaminasi mikroba pada makanan dapat bersumber dari lingkungan maupun sebagai akibat dari proses produksi. Penggunaan secara berulang dalam jangka waktu yang panjang pada peralatan masak dan tempat penyimpanan dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri sehingga menjadi sumber kontaminasi pada produk makanan (Jelita et al., 2023).

Pada proses distribusi juga dapat terjadi kontaminasi bakteri. Hal ini berhubungan dengan kandungan bakteri awal setelah proses pengolahan serta durasi regenerasi bakteri selama distribusi berlangsung (Maulidina et al., 2023). Alur distribusi yang melibatkan pengangkutan oleh pihak ketiga, seperti kurir atau distributor turut berperan dalam mempengaruhi kualitas produk pangan selain produsen. Proses distribusi yang tidak ditangani secara tepat dapat memperburuk kontaminasi bakteri pada produk dari waktu

ke waktu (Maulidina et al., 2023). Selain proses produksi dan distribusi, menurut Rosyida dan Martini (2023) selama proses penjualan terdapat produk yang dipajang dalam kondisi terbuka sehingga memudahkan debu, kotoran, maupun mikroba menempel.

Keadaan lingkungan pasar yang kurang teratur dan adanya tumpukan sampah berpotensi menyebabkan ketidakamanan pangan karena hal tersebut merupakan sumber kontaminasi bakteri. Beberapa kios pedagang di Pasar Induk Gedebage masih memiliki genangan air dan sampah yang berserakan. Menurut Safitri et al. (2019), bakteri *Salmonella* sp. mudah ditemukan pada air dengan kondisi kotor dan menggenang serta sampah-sampah yang berserakan. Kondisi ini diperparah apabila banjir melanda sehingga menyisakan sampah-sampah yang terbawa arus air.

Bakteri dapat menyebar dengan cepat melalui transmisi langsung dari air, termasuk proses pencernaan, sisa pencernaan, dan makanan yang terkontaminasi. Transmisi kedua terjadi melalui mulut, serta terjadi melalui udara dan kontak kulit yang dapat meningkatkan jumlah bakteri (Jelita et al., 2023). Suhu udara pasar yang tidak stabil, keberadaan serangga, ketiadaan fasilitas pendingin atau pembeku dapat menjadi faktor potensi kontaminasi bakteri *Salmonella* sp. (Safitri et al., 2019).

Pencegahan dan antisipasi kontaminasi secara mikrobiologi pada bakso ikan memerlukan peran aktif dari seluruh elemen terkait, mulai dari produsen hingga konsumen, serta pengelola pasar sebagai tempat penjualan. Bagi produsen, penerapan *Good Manufacturing Practices* (GMP) dan *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) sangat penting untuk memastikan lingkungan produksi higienis, penggunaan bahan baku yang aman, serta pengolahan dan pengemasan yang steril. GMP merupakan pedoman pelaksanaan produksi dengan baik, mencakup prosedur, pengendalian, dan pengawasan selama proses produksi berlangsung (Hanidah et al., 2019). Tidak hanya kualitas bahan baku dan tahapan produksi yang perlu diperhatikan, pengelolaan fasilitas produksi secara optimal juga sangat penting untuk diperhatikan. Di samping itu, penerapan SSOP perlu dilakukan

untuk memastikan kebersihan dan higienisasi mulai dari proses produksi sampai dengan menghasilkan produk siap dijual (Indriani et al., 2021).

Distributor berperan dalam menjaga rantai dingin selama penyimpanan dan pengangkutan agar pertumbuhan mikroorganisme patogen dapat ditekan. Suhu merupakan faktor yang sangat mempengaruhi fase adaptasi pertumbuhan mikroorganisme. Ketika suhu berada mendekati titik minimum, laju pertumbuhan mikroba akan menurun dan fase adaptasinya menjadi lebih panjang. Jika makanan disimpan pada suhu yang lebih rendah dari batas minimum, maka mikroorganisme akan berkembang secara lambat (Rahmi et al., 2022).

Pengelola pasar perlu menyediakan fasilitas yang bersih dan memiliki pengelolaan limbah yang baik, serta memastikan pedagang menerapkan praktik sanitasi yang sesuai, seperti menjaga suhu penyimpanan atau saat memajang produknya. Sanitasi memiliki peran krusial dalam mengendalikan tingkat kontaminasi bakteri, karena bertujuan untuk mencegah masuknya bahan pencemar ke dalam produk pangan maupun peralatan yang dipakai selama proses pengolahan. Di samping itu, sanitasi juga berfungsi untuk mencegah terjadinya kontaminasi ulang. Tindakan pencegahan ini akan lebih optimal apabila disertai dengan peningkatan kebersihan dan sanitasi individu (Rahmi et al., 2022).

Sementara itu, konsumen diimbau untuk memperhatikan label, kemasan, dan tanggal kadaluwarsa, serta memastikan produk dimasak hingga matang sempurna untuk menjaga mutu mikrobiologis bakso ikan dan mencegah risiko penyakit bawaan pangan (Pramono et al., 2020).

KESIMPULAN

Seluruh sampel bakso ikan yang diuji memiliki nilai TPC melebihi batas maksimum 1×10^5 CFU/g sesuai SNI 7266:2017. Dari delapan sampel, dua di antaranya teridentifikasi positif mengandung *Salmonella* sp. Tingginya nilai TPC dan keberadaan *Salmonella* sp. kemungkinan besar disebabkan oleh faktor higienitas lingkungan yang rendah, bahan baku yang

kurang segar, sanitasi peralatan yang buruk, metode penyimpanan yang tidak tepat, serta pemajangan produk yang tidak sesuai standar. Oleh karena itu, pengawasan menyeluruh terhadap bahan baku, proses produksi, pengemasan, hingga distribusi sangat penting dilakukan untuk menurunkan risiko cemaran mikrobiologis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, S.F., 2015. Studi komparasi pasar induk gedebage dan pasar induk Caringin Kota Bandung. Skripsi. Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
- Asikin, A.N., Kusumaningrum, I., Hidayat, T., 2020. Characteristics of Fishball on various concentration of carrageenan from different harvest time of *Kappaphycus alvarezii*. Asian J. Pharm. Clin. Res. 13, 63–66. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2020.v13i6.37196>
- Ayyappan, M.V., Joseph, T.C., 2021. Seafood Associated bacterial pathogens of public health significance: A Brief review. Indian J. Anim. Heal. 60, 64–84. <https://doi.org/10.36062/ijah.2021.spl.03321>
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. Standar Nasional Indonesia. SNI 01-2332.2:2006. Cara uji mikrobiologi - Bagian 2: Penentuan *Salmonella* pada Produk perikanan. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2015. Standar Nasional Indonesia. SNI 2332.3-2015. Cara uji mikrobiologi - bagian 3 penentuan ALT. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Christanti, S.D., Azhar, M.H., 2019. Identifikasi bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. pada produk beku perikanan di Balai Karantina Ikan, pengendalian mutu, dan keamanan hasil perikanan Surabaya II, Jawa Timur. J. Aquac. Sci. 4(2), 62–72.

- Denis, R., Hepiyansori, 2024. Identifikasi Bakteri *Salmonella sp.* pada bakso kuah di Kelurahan Bumi Ayu Kota Bengkulu. J. Vokasi Kesehat. 3(1), 43–48.
<https://doi.org/10.58222/juvokes.v3i1.766>
- Fatimah, S., Hekmah, N., Fathullah, D.M., Norhasanah, N., 2022. Cemaran Mikrobiologi pada makanan, alat makan, air dan kesehatan penjamah makanan di unit instalasi gizi rumah sakit x di Banjarmasin. J. Nutr. Coll. 11(4), 322–327.
<https://doi.org/10.14710/jnc.v11i4.35300>
- Fatiqin, A., Novita, R., Apriani, I., 2019. Pengujian *Salmonella* dengan Menggunakan media SSA dan *E. coli* Menggunakan media EMBA pada Bahan pangan. Indobiosains 1, 22–29.
<https://doi.org/10.31851/indobiosains.v1i1.2206>
- Fauziah, R., Suparmi, 2022. Penerapan hygiene sanitasi pengelolaan makanan dan pengetahuan penjamah makanan. Jambura Health and Sport Journal 4(1), 11–18.
- Hanidah, I., Mulyono, A.T., Andoyo, R., Mardawati, E., Huda, S., 2019. Penerapan good manufacturing practices pada produksi sistik ebi sebagai upaya peningkatan kualitas produk olahan ikan di Pesisir Eretan - Indramayu. Agricore J. Agribisnis dan Sos. Ekon. Pertan. Unpad 3(1), 395–401.
<https://doi.org/10.24198/agricore.v3i1.17585>
- Harleeputra, A.N.T., Huwae, S., Santoso, J.M.J.P., 2023. Revolusi Pasar Induk Gedebage dengan perancangan ruang kreatif publik dalam memajukan pasar tradisional sebagai pusat gaya hidup seiring perkembangan zaman. J. Sains, Teknol. Urban, Perancangan, Arsit. 4, 1375–1390.
<https://doi.org/10.24912/stupa.v4i2.21914>
- Hasanah, U., Safitri, R., Rozi, A., Akbardiensyah, A., Zuriat, Z., 2023. Analisis Kualitatif bakteri *Salmonella sp.* pada ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) di Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Kutaraja Banda Aceh. J. Fishtech 12(1), 55–61.
<https://doi.org/10.36706/fishtech.v12i1.21485>
- Hasrati, E., Rusnawati, R., 2011. Kajian Penggunaan daging ikan mas (*Cyprinus Carpio Linn*) terhadap tekstur dan cita rasa bakso daging sapi. J. Ilmu-Ilmu Pertan. 7(1), 24–40.
- Igene, J.O., Evivie, S.E., Ebabhamiegbho, P., Udefiagbon, Q.A., 2016. Proximate composition and sensory evaluation of three forms of soy flour/moringa catfish (*Clarias gariepinus*) balls. JORMAR 10(2), 1–17.
- Ilahi, N.F., Ananta, N.L., Advinda, L., 2021. Kualitas Mikrobiologi Daging Sapi dari Pasar Tradisional. Pros. SEMNAS BIO 2022 1 283–292.
- Indriani, V., Apriantini, A., Suryati, T., 2021. Penerapan GMP dan SSOP dalam Proses produksi rendang daging di produsen rendang istana rendang jambak. J. Ilmu Produksi dan Teknol. Has. Peternak. 9(3), 127–137.
<https://doi.org/10.29244/jipthp.9.3.127-137>
- Isra, L., Ali, M.S., Salma, U., Rahman, M.A., Haq, M., 2024. Physical, Nutritional, and sensory characterization of pangas (*Pangasianodon hypophthalmus*) Fish ball incorporated with moringa leaves powder. Food Chem. Adv. 4, 100715.
<https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100715>
- Jelita, P.C., Mahasri, G., Saputra, E., 2023. Bacteria detection *Salmonella sp.* in Fish meatball products sold in some traditional markets in Surabaya. J. Mar. Coast. Sci. 12(2), 76–81.
<https://doi.org/10.20473/jmcs.v12i2.44921>
- Kirana, S.C., Lestari, T.D., Budiarto, Puspitasari, Y., Mutamsari

- Witaningrum, A., Permatasari, D.A., 2023. Total Plate Count dalam Isi telur ayam ras di pasar tradisional Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo. *Curr. Biomed.* 1(2), 86–94. <https://doi.org/10.29244/currbiomed.1.2.86-94>
- Kusuma, B.B.P., Pinatih, K., J.P., Darwinata, A.E., Tarini, N.M.A., 2024. Identifikasi kontaminasi *Salmonella* sp. pada ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di pasar ikan Kedongan. *Intisari Sains Medis* 15(1), 154-158.
- Lim, H.S.Y., Zheng, Q., Miks-Krajnik, M., Turner, M., Yuk, H.G., 2015. Evaluation of commercial kit based on loop-mediated isothermal amplification for rapid detection of low levels of uninjured and injured *Salmonella* on Duck meat, bean sprouts, and fishballs in Singapore. *J. Food Prot.* 78(6), 1203–1207. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-14-535>
- Maulidina, R., Marlina, E.T., Utama, D.T., 2023. Kualitas Mikroba produk olahan daging yang dijual secara daring dari UMKM di Kota Bandung. *J. Teknol. Has. Peternak.* 4(2), 83–100. <https://doi.org/10.24198/jthp.v4i2.47313>
- Mumbo, M.T., Nyaboga, E.N., Kinyua, J.K., Muge, E.K., Mathenge, S.G.K., Rotich, H., Muriira, G., Njiraini, B., Njiru, J.M., 2023. Antimicrobial resistance profiles of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* Isolated from fresh Nile tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Fish marketed for human consumption. *BMC Microbiol.* 23(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s12866-023-03049-8>
- Nanda, M., Utami, F.S., Elpina, E., 2022. Tata Kelola sampah di tempat pemrosesan akhir (TPA) Kelurahan Tanjung Pinggir Kecamatan Siantar Martoba Kota Pematang Siantar. *War. Dharmawangsa* 16(4), 708–724. <https://doi.org/10.46576/wdw.v16i4.2426>
- Natsir, R.M., 2023. Identifikasi bakteri *Salmonella* sp. pada Feses anak di Puskesmas Rijali Ambon. *Media Kesehat. Politek. Kesehat. Makassar* 18(1), 130–135. <https://doi.org/10.32382/medkes.v18i1.448>
- Nissa, L.I.K., Rahayu, Y.P., Mambang, D.E.P., Daulay, A.S., 2023. Prevalensi bakteri *Salmonella* sp. pada daging Ayam potong di Pasar Tradisional, Pasar Modern, dan Merek Terkenal di Kota Medan. *J. Pharm. Sci.* 6(4), 1842–1853. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i4.330>
- Nurfitriana, W., Hartati, E., Ainun, S., 2016. Studi Tingkat partisipasi pedagang dalam pengelolaan sampah berbasis 3R di Pasar Induk Gedebage. *J. Rekayasa Lingkungan.* 4(2), 1–9.
- Pemerintahan Republik Indonesia. 1996. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1996 Tentang Pangan. Lembar Negara Republik Indonesia Nomor 99. Sekretariat Negara, Jakarta.
- Polat, I., Gungor, I., Sen, B., 2025. Prevalence of *Salmonella enterica* Serotypes isolated from broiler liver and their antibiotic resistance profiles. *Journal of Food Protection* 88(7), 100535. <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2025.100535>
- Poluakan, O.A., Dien, H.A., Ijong, F.G., 2015. Mutu Mikrobiologis bakso ikan yang direndam asap cair, dikemas vakum, dipasteurisasi dan disimpan pada suhu dingin. *Media Teknol. Has. Perikan.* 3(2), 41–44. <https://doi.org/10.35800/mthp.3.2.2015.9229>
- Pramono, J.S., Mustaming, M., Putri, D.S., 2020. Cemaran bakteri pada makanan pempek produksi rumah tangga dan pabrik pengolah makanan. *Heal. Inf. J. Penelit.* 12(2), 193–200. <https://doi.org/10.36990/hijp.v12i2.207>
- Putra, L.V.D., 2022. Deteksi cemaran bakteri *Salmonella* spp. pada Ikan bandeng

- segar (*Chanos chanos*) di Tempat pelelangan ikan Gadukan Lumpur Kabupaten Gresik. Biosci. J. Ilm. Biol. 10(2), 881. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.6212>
- Rahmi, N., Wulandari, P., Advinda, L., 2022. Pengendalian cemaran mikroorganisme pada ikan— Mini review. Pros. Semin. Nas. Biol. 1(2), 611–623.
- Ran, X., Lou, X., Zheng, H., Gu, Q., Yang, H., 2022. Improving the texture and rheological qualities of a plant-based fishball analogue by using konjac glucomannan to enhance crosslinks with soy protein. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 75, 102910. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102910>
- Ratrinia, P.W., Hasibuan, N.E., Zein, D.S.A., 2021. Study on microbiological quality of marlin fish balls from several markets in Tanggamus, Lampung. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 763(1), 3–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/763/1/012053>
- Risdayanti, R., Latif, U.T.A., Wirawan, H.P., 2023. Deteksi keberadaan bakteri pengkontaminasi pangan *Salmonella* sp. pada telur. Filogeni J. Mhs. Biol. 3(3), 117–121. <https://doi.org/10.24252/filogeni.v3i3.29811>
- Rosyida, A., Martini, M., 2023. Hubungan Higiene Sanitasi dengan kontaminasi *Escherichia coli* dan jumlah total kuman pada cincau hitam di pasar tradisional Kota Semarang. J. Ris. Kesehat. Masy. 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.14710/jrkm.2023.18001>
- Safitri, E., Hidayati, N.A., Hertati, R., 2019. Prevalensi Bakteri *Salmonella* pada ayam potong yang dijual di pasar tradisional Pangkalpinang. EKOTONIA J. Penelit. Biol. Bot. Zool. dan Mikrobiol. 4, 25–30. <https://doi.org/10.33019/ekotonia.v4i1.1012>
- Sartika, D., Hidayati, S., Fitriani, H., 2020. Kajian cemaran bakteri patogen pada Produk olahan ikan. J. Penelit. Pertan. Terap. 19(2), 108–114. <https://doi.org/10.25181/jppt.v19i2.1406>
- Suripto, Chalida Alfani, 2022. Identification of pathogenic bacteria in traditional packaged donuts at Ampenan Market using xylose lysine deoxychoalate (XLD) media. J. Pengabd. Magister Pendidik. IPA 5, 313–319. <https://doi.org/10.29303/jpmpt.v5i2.1835>
- Tamiru, Y., Ayelign, A., Mulugeta, A., Gebremedhin, S., 2024. Microbiological safety assessment of ready-to-eat cooked foods in the addis ababa school feeding program, Ethiopia. Heliyon 10(18), e38110. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38110>
- Ulya, N.N., Fitri, I., Widyawati, D.I., 2020. Gambaran makroskopis dan mikroskopis bakteri *Salmonella typhi* dan *Salmonella paratyphi* pada penderita demam tifoid. J. Sint. 1(2), 40–46.
- Yuswati, 2017. Identifikasi *Salmonella* sp. pada Telur Ayam Kampung yang dijual pedagang jamu di Kecamatan Banjarharjo Kabupaten Brebes. Publicitas 2(2), 1–12.

ANALYSIS OF PERFORMANCE AND ROASTING QUALITY IN A ROTARY CYLINDER-TYPE COFFEE ROASTING MACHINE

Analysis Kinerja dan Kualitas Penyangraian dalam Mesin Penyangrai Kopi Tipe Silinder Putar

Isran Mohamad Pakaya^{1,*}, Radi², Bambang Purwantana², Agus Dharmawan³

¹Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agriculture, Universitas Mulawarman, Jl. Tanah Grogot, Kalimantan Timur, 75119.

²Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora 1 Bulaksumur, Yogyakarta, 55281.

³Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Jawa Timur, 68121.

*)Penulis korespondensi: isranpakaya@faperta.unmul.ac.id

Submisi: 7.8.2025; Penerimaan: 12.10.2025; Dipublikasikan: 31.12.2025

ABSTRACT

The roasting process significantly impacts coffee's aroma and flavor profile, making it crucial in coffee processing. This study developed a rotating drum coffee roasting machine at laboratory scale with 2.0 - 2.5 kg batch capacity. Heat is provided by an LPG-powered pressure cooker burner. The research aimed to evaluate machine performance and assess roasted coffee quality. The roasting process is classified into light, medium, and dark levels. Tests show roasting temperatures from 192°C to 225°C, with times between 12 and 17 min. Moisture content of roasted coffee ranges from 2% to 7%, lower than SNI-7465:2008 standards. The motor requires 23.34 watts of electrical power to operate. Energy consumption for light and medium roasts is 4708.93 kJ, while dark roast needs 9417.86 kJ. Roasted coffee uniformity exceeds 90% at all roasting levels. The weight loss does not exceed 20%. The performance test results indicate the machine's suitability for small-scale coffee industries or laboratories to improve roasting efficiency. Future improvements should focus on better temperature and time control for enhanced flavor profiling.

Keywords: Coffee, Coffee roasting machine, Performance test, Quality Assessment

ABSTRAK

Penyangraian memiliki dampak signifikan pada profil aroma dan rasa kopi, menjadikannya tahap penting pengolahan kopi. Penelitian ini mengembangkan prototipe mesin roasting kopi drum berputar skala laboratorium dengan kapasitas 2,0 - 2,5 kg per batch. Sumber panas disediakan pembakar panci presto bertenaga LPG. Tujuan penelitian adalah mengevaluasi kinerja mesin dan menilai kualitas kopi panggang yang dihasilkan. Proses penyangraian diklasifikasikan menjadi tiga tingkatan: terang, sedang, dan gelap. Hasil pengujian menunjukkan suhu penyangraian berkisar 192°C hingga 225°C, dengan waktu antara 12 dan 17 menit. Kadar air kopi sangrai bervariasi dari 2% hingga 7%, lebih rendah dari standar SNI-7465:2008. Motor membutuhkan daya listrik sekitar 23,34 watt untuk mengoperasikan roaster. Konsumsi energi untuk roast ringan dan sedang adalah 4708,93 kJ, sedangkan dark roast 9417,86 kJ. Keceragaman kopi sangrai melebihi 90% pada ketiga tingkat penyangraian. Penurunan berat kopi sangrai tidak melebihi 20%. Hasil uji kinerja menunjukkan mesin tersebut cocok untuk industri kopi skala kecil atau laboratorium. Perbaikan masa depan harus fokus pada kontrol suhu dan waktu untuk meningkatkan profil rasa.

Kata kunci: Kopi, Mesin penyangrai kopi, Uji kinerja, Asesmen mutu

INTRODUCTION

Coffee is a key plantation commodity that holds a crucial position in Indonesia's economy, alongside oil and gas (Marhaenanto et al., 2015). In 2023, Indonesia is ranked as the fourth largest coffee producer globally, following Brazil, Vietnam, and Colombia. Around 67% of the nation's total coffee production is exported, with the remaining 33% catering to domestic consumption (BPS, 2024). Indonesian coffee exports reach five continents, with major destinations including the United States, Egypt, Germany, and Malaysia. Despite the increasing global market opportunities, the local coffee market also holds significant potential.

The success of coffee agribusiness in Indonesia greatly depends on the synergy of various parties involved in the value chain, from production, processing, to marketing. Efforts to improve productivity and quality are continuously made to ensure Indonesian coffee remains competitive in the global market (Herwidyanto et al., 2023). The application of technology in cultivation and processing, such as selecting superior varieties, plant maintenance, pruning, pest and weed control, proper fertilization, and post-harvest processing, plays a crucial role in producing high-quality coffee. The processing process also plays a critical role in determining the flavor and quality of the final product (Narulita et al., 2014).

The roasting process is one of the most important stages in coffee processing (Mardjan et al., 2022). Coffee flavour can be modified according to consumer preference depending on how the roasting is conducted (Batubara et al., 2019). Roasting is the process of developing the flavor and aroma of coffee beans. There are three levels of roasting: the lowest roast level (light roast) with a roasting temperature of around 193°C-199°C, the medium roast level with a roasting temperature of around 204°C, and the highest roast level (dark roast) with a roasting temperature of 205°C-220°C (Paramida et al., 2022). A controlled roasting process is essential for preserving the desired taste and aroma characteristics in coffee beverages (Radi et al., 2021). Key parameters that can be regulated during roasting include time,

temperature, and the colour level of the roasted beans (Pakaya et al., 2024).

The development of modern coffee roasting machines has not been matched by affordable prices, especially for home businesses. Currently, many people still use traditional methods of roasting, such as using a wok or frying pan. The downside of this traditional method is that it takes a long time, uses firewood as the heat source, and relies on manual labor. Farmers struggle to achieve even roasting levels (Haslinah et al., 2023). Therefore, to address these limitations, this research analysis focuses on coffee roasting using a coffee roasting machine. Using a machine can overcome the drawbacks of traditional roasting methods because the heat source is controlled, reducing contamination from combustion smoke. To determine the optimal process conditions, an analysis of the coffee roasting process needs to be conducted (Liana et al., 2023).

In general, there are two main methods or types of coffee roasting machines: the rotating drum and fluidized bed types (Putra et al., 2019). Coffee roasted with the rotating drum type is stirred in a rotating cylinder and heated directly. The fluidized bed roasting type uses pressurized hot air to stir and roast the coffee during the process. Heat transfer in this type occurs predominantly through convection, compared to the rotating drum method, which mainly uses conduction (Mulato, 2002). The drawback of the rotating drum type is the difficulty in controlling the roasting temperature, which typically involves high temperatures and long processing times. Additionally, some coffee parchment may remain in the drum, mixed with coffee oil, forming a crust on the drum walls, which can lead to a smoky aroma in subsequent roasts (Paramida et al., 2022).

Previous studies on the performance analysis of coffee bean roasting machines have been widely conducted, one of which is by Batubara et al. (2019), entitled *Performance Test and Economic Analysis of Coffee Roasting Machines*. The study reported roasting temperatures of 192.4–202.4°C, a moisture content of 3.09%, machine efficiency of 13.30%, power requirement of 126.28 W, roasting yield of 84.2%, fuel consumption of 0.096 kg/hour,

ash content of 4.17%, theoretical capacity of 5 kg/process, actual capacity of 0.752 kg/hour, and specific energy of 600.319 kJ/kg; however, it did not include an assessment of the quality of the roasted coffee. Meanwhile, Astuti et al. (2023) found that the fluidized bed roaster significantly reduced moisture content and enhanced antioxidant activity, but the study was limited to Toraja Arabica coffee and did not evaluate the machine's technical performance aspects.

Widodo et al. (2022) demonstrated that a fluidized-bed coffee roaster produced an antioxidant activity of 51%, while the rotary drum type reached 43%, with relatively similar cupping scores of 84.13 and 84.38, respectively; however, this study did not evaluate the machine's technical performance. Meanwhile, Lubis et al. (2023) designed an electric-powered cylindrical coffee roaster equipped with an automatic temperature control system, but the study primarily focused on the design aspect without assessing thermal efficiency or actual performance. Furthermore, the research conducted by Liana et al. (2023) on a 2-kg capacity horizontal drum roaster reported data on power consumption and bean color changes, yet did not address yield, efficiency, or optimal operating time of the machine.

A prototype of a rotary cylinder-type laboratory-scale coffee roasting machine with a capacity of 2–2.5 kg per batch has been developed. The machine is equipped with temperature and time control systems to ensure uniform roast levels. However, the use of this roasting machine remains limited due to the lack of data on its performance and the quality of the roasted coffee it produces. Therefore, this study aims to evaluate the performance of the rotary cylinder-type coffee roasting machine and assess the quality of the roasted coffee. The findings are expected to help identify key modification factors that significantly affect the roasting performance of rotary cylinder-type roasting machines.

MATERIALS AND METHODS

Materials

The raw material used in this study was Robusta coffee beans harvested from coffee plantations located on the slopes of Mount

Merapi, Magelang Regency. The coffee beans used had a moisture content of 10% with a tolerance of $\pm 1\%$ and had been sorted to ensure uniform size. A total of 9 kg of coffee beans were used, divided into three replications for each roasting level.

Methods

This study employed a descriptive analysis method by conducting measurements and observations on the performance of the coffee roasting machine and the quality of the roasted coffee produced. The collected data were analyzed to determine the functional feasibility of the machine.

Research Stages

The research process begins with the identification of the problem, where a search is conducted to determine the issue that needs to be addressed, which is how to optimize the coffee roasting process. After the problem is identified, the next step is the literature review of the equipment, where references are gathered regarding the different types of roasting equipment available and their mechanisms. Next, the preparation of tools and materials takes place, ensuring that all the necessary equipment for the experiment is available and ready for use.

In the following stage, equipment performance is tested based on the SNI 7465:2008 (BSN, 2008), where the prepared equipment is evaluated using relevant parameters such as roasting temperature, coffee bean moisture content, roasting rate, process efficiency, power requirements, and energy consumption. Afterward, the quality of the roasted coffee is tested to ensure that the results meet the desired standards. This test includes parameters such as roasting uniformity, color, bean cracking level, coffee bean weight, and density.

Once all tests are completed, an evaluation is conducted to determine whether the results are optimal. If the results are not optimal, modifications will be made to the equipment or the roasting process to improve them. The data obtained from the experiment is then collected and analyzed to identify patterns or significant findings that can help answer the research questions. In the final stage, conclusions are drawn based on the data

analysis, and if all parameters are met, the process is considered complete.

Performance and Quality Testing Parameters

The performance testing of the coffee roasting machine and the quality testing of the roasted coffee involved several different parameters. The parameters used for performance testing included roasting temperature, moisture content, roasting rate, roasting efficiency, required drive power, and energy consumption. Meanwhile, the parameters used for quality testing of the roasted beans included uniformity, color, crack level, weight, and density.

Coffee Roasting Machine Performance Testing

Roasting Process Temperature

To measure the temperature profile, the increase and decrease in temperature were observed using the temperature indicator on the roasting machine. Temperature changes were recorded at one-minute intervals throughout the roasting process.

Moisture Content of Coffee Beans

According to Indonesian National Standard (SNI) 7465:2008, the moisture content of coffee beans can be determined using the gravimetric method (BSN, 2008). Moisture content as weight loss was calculated using the following equation:

$$M = \left(\frac{m_t - m_d}{m_t} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Where M is the moisture content of the coffee (%), m_t is the mass of the coffee sample at time t (g), m_d is the mass of the absolute dry coffee sample (g), and t is the drying time.

Roasting Rate

According to Indonesian National Standard (SNI) 7465:2008, the roasting rate can be determined by measuring the initial moisture content and subsequently measuring the moisture content at one-hour intervals from roasted coffee bean samples collected through sampling ports at each location (BSN, 2008). The roasting rate can be calculated using the following equation:

$$\frac{\delta M}{\delta t} = \left(\frac{M_i - M_f}{t} \right) \quad (2)$$

Where $\frac{\delta M}{\delta t}$ is the roasting rate per hour (%/hour), M_i is the average moisture content of the coffee before roasting (%), M_f is the average moisture content of the coffee after roasting (%), and t is the time required to reduce the moisture content from M_i to M_f (in hours).

Roasting Efficiency

According to Indonesian National Standard (SNI) 7465:2008 roasting efficiency can be calculated using the following equation:

$$\eta (\%) = \left(\frac{(M_k \times C_{pb} \times (T_k - T_i) - t C_w \times h_{fg})}{Q_s} \right) \times 100 \dots (3)$$

Where η is the roasting efficiency (%), m_k is the mass of the coffee (kg), C_{pb} is the specific heat capacity of coffee (kJ/kg°C), T_k is the final temperature of the coffee (°C), T_i is the temperature at time t (°C), m_w is the mass of the water (kg), h_{fg} is the latent heat of vaporization of water (kJ/kg), and Q_s is the total energy input into the roasting system.

Required Driving Power

According to Indonesian National Standard (SNI) 7465:2008 the required driving power can be determined using the following equation:

$$P = \frac{2 \times \pi T n}{60000 \times \eta}$$

$$\dots \dots \dots (4)$$

Where P is the power (kW), T is the torque measured during the operation of the drive shaft (Nm), n is the rotational speed of the drive shaft during operation (rpm), and η is the drive system efficiency (%).

Energy Consumption

Energy consumption during the roasting process is calculated by weighing the LPG gas cylinder before and after roasting. The energy requirement from the gas fuel (E_{bbg}) can be determined using the following equation:

$$E_{bbg} = m_{LPG} \times h_{LPG} \dots\dots\dots(5)$$

Where E_{bbg} is the energy from the gas fuel (kJ), m_{LPG} is the mass of LPG used (kg) and h_{LPG} is the calorific value of LPG (47,089.288 kJ/kg).

Roasted Coffee Quality Testing

Roasting Uniformity

To analyze the color uniformity of roasted coffee beans, a sampling method was applied by randomly selecting 100 roasted coffee beans. If most of the coffee beans have almost the same color, the roasting result is considered uniform. Conversely, if there is a clear color difference between the coffee beans, the roasting result is considered non-uniform. The percentage of the roasted coffee beans is calculated using the following equation:

$$\text{Roasting uniformity (\%)} = \frac{\text{Number of beans with uniform color}}{\text{Total number of beans}} \times 100 \dots\dots\dots(6)$$

Roast Color

The color of the roasted beans was analyzed using a colorimeter device, which was directed at the coffee beans against a black-colored background. The analysis was based on L^* (lightness), a^* (green to red), and B^* (blue to yellow) values. L^* indicates the lightness or darkness of the color, a^* represents the green-to-red color range, and B^* represents the blue-to-yellow color range. In this study, only the changes in the L value are discussed.

Crack Level of Coffee Beans

The crack level of roasted coffee beans was assessed using a sampling method by randomly selecting 100 roasted beans. The number of cracked beans was recorded and expressed as a percentage. The crack level was evaluated before and after roasting, and the percentage of cracks was calculated using the following formula:

$$\text{Crack Level (\%)} = \frac{\text{Initial crack count}}{\text{Final crack count}} \times 100 \dots\dots\dots(7)$$

Coffee Bean Weight

To calculate the weight change, the beans were weighed before roasting (initial weight: 1 kg) and after the roasting process. The weight reduction percentage was calculated using the following equation:

$$\text{Weight Reduction (\%)} = \frac{\text{Initial weight} - \text{Final weight}}{\text{Initial weight}} \times 100 \dots\dots\dots(8)$$

Coffee Bean Density

To determine the density of the coffee beans, their volume was first measured. Volume was determined by using a graduated cylinder partially filled with water. Coffee beans were added to the cylinder, and the increase in water level was recorded. The volume of the coffee beans was calculated by subtracting the initial water volume from the final volume. Once the volume was obtained, density was calculated using the following formula:

$$\text{Density} = \frac{\text{Mass (kg)}}{\text{Volume (liters)}} \dots\dots\dots(9)$$

RESULTS AND DISCUSSION

Description of the Coffee Roasting Machine

The roasting machine to be tested has a roasting capacity of 3 kg per batch. This roasting machine consists of 6 main components: the roasting drum, lid drum, heating unit, control panel, cooling unit, and frame, along with supporting parts such as a dirt collector unit, support wheels, and a roasting level monitoring unit (Figure 1). The drum has a diameter of 0.286 m and a height of 0.300 m, powered by a 0.09 kW electric motor with a gearbox type. The drum rotation speed is 68 rpm. The heat source is a gas burner (LPG).

The gas fuel is supplied from a 3 kg gas cylinder using a ceramic stove with an Infrared Ceramic LPG NG model. Kerosene is supplied from a tank with a pressure of 2 atm. The cooling tank for the roasted coffee beans is vertically cylindrical, with a diameter of 0.30 m and a height of 0.50 m. A centrifugal fan is installed at the bottom of the cooling tank (Figure 1).

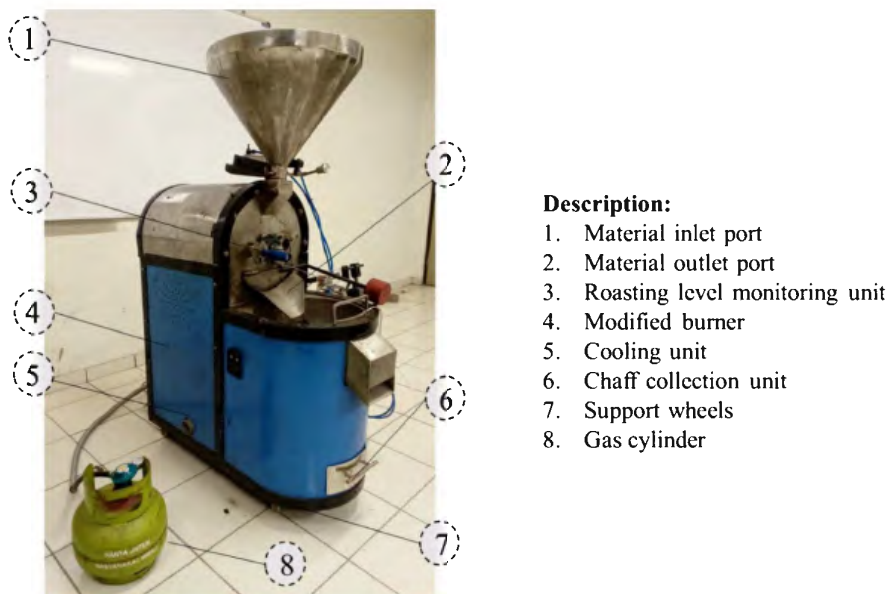


Figure 1. Rotary Cylinder-Type Coffee Roasting Machine

Performance of the Coffee Roasting Machine

To evaluate the performance of the roasting machine, several tests were conducted, including temperature profile, roasting duration, working capacity, moisture

content, roasting rate, energy consumption, and required driving power. The purpose of the performance testing is to assess the operational efficiency and functionality of the roasting machine. The results of the performance tests for the coffee roasting machine are presented in Table 1.

Table 1. Performance Test Results of the Coffee Roasting Machine

Parameter	Roast Level		
	Light	Medium	Dark
Input			
Temperature profile (°C)	192	205	225
Roasting time (min.)	12.40	14.49	17.43
Working capacity (kg / h)	4.84	4.14	3.14
Roasting rate (% / h)	25	34	35
Energy consumption (kJ)	4708.93	4708.93	9417.86
Required power (kW)	0.021	0.022	0.027
Output			
Moisture content (%)	7.56	4.53	2.63

Based on the temperature profile measurements during the coffee roasting process, it was found that to reach the light roast color parameter, the temperature increase only reached around 192°C. Next, to achieve the medium roast color level, the temperature rose to around 205°C. For the dark roast color parameter, which requires a longer roasting time, the temperature reached a maximum of around 225°C. This

temperature determination aligns with the research of Pramudita et al. (2017), which shows that the roasting temperatures for light, medium, and dark roast are in the ranges of 190°C–200°C, 200°C–220°C, and 220°C–240°C, respectively, according to modern industry standards.

The average time required to roast the coffee beans after placing them in the drum to reach the light, medium, and dark roast color

parameters are 12.40 min, 14.49 min, and 17.43 min, respectively. These results match the ideal roasting time standard, which ranges from 10 to 35 min depending on the desired color level. Recent studies indicate that the roast degree (color level) and roasting time are closely related to the flavor characteristics of the coffee, where the darker the desired color, the longer the roasting time required (Münchow et al., 2020). Therefore, it can be concluded that the roasting process is significantly influenced by the color parameters, and the roasting duration increases with the darkness level of the coffee beans.

The actual capacity of the roasting machine is calculated based on the amount of arabica coffee beans produced over a certain period. The calculation of the actual capacity of the coffee roasting machine is done using Equation 9. The results for the actual capacity of the machine for light, medium, and dark roast parameters are 4.84 kg/h, 4.14 kg/h, and 3.14 kg/h, respectively, which are still smaller than the theoretical capacity of the coffee roaster machine at 5 kg/h.

When the machine operates under load, it requires an average power of 0.02334 kW or 23.34 watts. The electric motor used has a power of 180 watts, so the power requirement for the machine can be met by the electric motor. Meanwhile, the fuel consumption during roasting with light and medium roast levels averages 0.1 kg of LPG gas from the initial weight. For the dark roast level, the average consumption is 0.2 kg of LPG gas from the initial weight. The calculated fuel energy (E_{bbg}) required for each roasting of 1 kg of coffee beans is 4708.93 kJ for light and medium roasts, while for dark roast, it is 9417.86 kJ. Based on the above calculations, it can be concluded that the longer the roasting process, the more energy is required.

The output of the roasting process is roasted coffee with varying moisture content depending on the roast level. Based on measurements, the moisture content of the coffee beans before roasting is on average 9.69%. After roasting, the moisture content decreases to 7.56% for light roast, 4.52% for medium roast, and 2.63% for dark roast. This decrease in moisture content is consistent with the quality standards set by SNI 7465:2008,

which specifies that the maximum moisture content of roasted coffee ranges from 1.5% to 5.0%, depending on the roast type and final product quality. Thus, the longer and darker the roasting process, the lower the moisture content in the coffee beans, in accordance with the national quality standards.

Roasted Coffee Quality

To test the performance of the roasting machine, several tests are conducted, including the uniformity of the roasted coffee beans, the color of the roasted beans, the cracking level of the beans, the weight of the coffee beans, and the density of the coffee beans. The results of the quality tests of the roasted coffee can be seen in Table 2:

Table 2. Quality Test Results of Roasted Coffee

Parameter	Roast Level		
	Light	Medium	Dark
Uniformity of Roasting Result (%)	91.11	94.11	97.44
Cracking Level of Beans (%)	11	33	83
Weight (g)	861	832	792
Density (kg/L)	0.53	0.42	0.32

Based on the calculation results, it can be seen that for the light roast color parameter, the average uniformity level is 91.11%, followed by 94.11% for the medium roast, and 97.44% for the dark roast color parameter. The uniformity level of the light roast is the lowest because roasting coffee at the light roast level does not require a long time, so the roasting process may result in unevenness. On the other hand, the dark roast has the highest uniformity level because the roasting time is longer, leading to a more even roasting result. It can be concluded that the longer the roasting process and the darker the desired color parameter, the more uniform the color of the roasted coffee beans will be.

The initial cracking level of the green beans is on average 5%. After the roasting process, the cracking levels of the coffee beans for the light, medium, and dark roast parameters are 11%, 33%, and 83%, respectively. The light roast has the lowest cracking level because its roasting time is the shortest and only goes through the first crack. Meanwhile, the dark roast has the highest

cracking level because it undergoes roasting until it passes the second crack and has the longest time. Based on this data, it can be concluded that the longer the coffee roasting process, the higher the cracking level.

The weight reduction of the coffee beans after the roasting process shows that the higher the roast level, the greater the weight loss. From an initial weight of 1000 g, the light roast coffee beans average 861 g, medium roast beans 832 g, and dark roast beans 792 g. The weight reduction for each is 139 g, 168 g, and 208 g. This result is in line with the research of Yuniar et al., (2025), which states that the roasting process causes water evaporation and physical changes in the coffee beans, leading to a weight decrease as roasting temperature and duration increase.

The density of the green coffee beans is recorded at 0.72 kg/L. After the roasting process, the density decreases to 0.53 kg/l for the light roast, 0.42 kg/L for the medium roast, and 0.32 kg/L for the dark roast. This decrease in density is caused by the increase in volume due to the expansion of the coffee beans during heating, while mass decreases due to the loss of moisture and volatile compounds. These findings are consistent with the research of Bastian et al. (2021) regarding the physical property changes of coffee beans during roasting. The longer the roasting process and the darker the roast level, the more the volume of the coffee beans increases, while the density decreases significantly.

One of the factors that influence consumer acceptance of a product is color. Figure 2 shows the color measurement results for coffee with light, medium, and dark roasting levels. The L^* values are 10.59, 9.50, and 7.53, respectively. The roasting level significantly affects the lightness. The L^* value (brightness) tends to decrease as the roasting level increases. This result is consistent with the study by Yeager et al. (2022) on the effect of roasting levels. Increasing the roasting level leads to a decrease in the L^* value. According to Saloko et al. (2019), the L^* value will be lower with higher temperatures and longer roasting times. The color change occurs due to the Maillard reaction, which is triggered by the combination of temperature and roasting time.

The Maillard reaction produces melanoidins, which are characterized by the dark brown color change in roasted coffee beans, resulting in a decrease in the L^* value of the roasted beans.

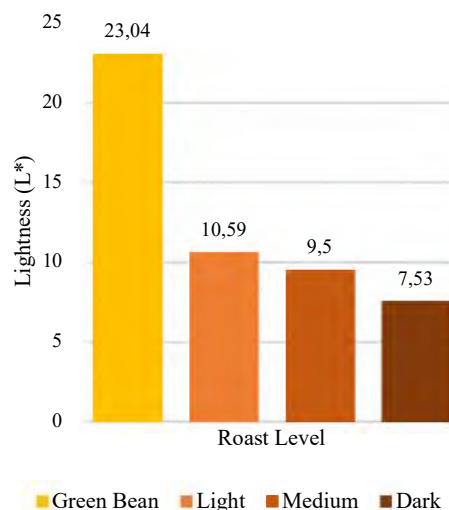


Figure 2. Lightness (L^*) of green beans, light roast, medium roast, and dark roast coffee

CONCLUSIONS

Based on the research results, it can be concluded that the performance test of the coffee roasting machine shows that the machine is suitable for use, as the test parameters meet the requirements of SNI 7465:2008, and the quality of the roasted coffee is good. The test results indicate that the roasting temperature can be adjusted between 192-225°C. The roasting time ranges from 12 to 17 minutes. The moisture content of the roasted coffee is between 2-7%, much lower than the value set by SNI 7465:2008. The electrical power required to operate the electric motor during roasting is approximately ± 23.34 watts. The energy consumption for light and medium roast levels is 4708.93 kJ, while for the dark roast parameter, it is 9417.86 kJ. The uniformity of the roasted coffee produced is already quite good at all three roast levels, >90%. The weight of the roasted coffee decreases by a maximum of only 20%. In general, this machine can be adopted to improve the efficiency of the roasting process at both the laboratory and small industrial levels.

However, further development is needed, including improving temperature control and more precise timing to achieve a more optimal flavor profile according to consumer preferences.

REFERENCES

- Astuti, Machmudah, S., Winardi, S., Manalu, L.P., Atmaji, G., Widodo, W.E., Hartono, L.K., Komariyah, K., Alfa, M.N., Kurniasari, I., 2023. The effect of roasting Toraja Arabica coffee with a fluidized roaster on the antioxidant and proximate content. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 1182. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1182/1/012076>
- Bastian, F., Hutabarat, O.S., Dirpan, A., Nainu, F., Harapan, H., Emran, T. Bin, Simal-Gandara, J., 2021. From plantation to cup: Changes in bioactive compounds during coffee processing. Foods 10, 1–27. <https://doi.org/10.3390/foods10112827>
- Batubara, A., Widyasanti, A., Yusuf, A., 2019. Performance test and economic analysis of coffee roasting machine (Case study at Cikajang Agricultural Technology Park - Garut). J. Teknotan 13, 1. <https://doi.org/10.24198/jt.vol13n1.1> [in Indonesian]
- BPS, 2024. Indonesia Coffee Statistics 2023. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- BSN, 2008. SNI 7465:2008 Rotating Flat Cylinder Type Coffee and Cocoa Roasting Machine, Quality Requirements and Test Methods. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta. [in Indonesian]
- Haslinah, A., Juma, D., Hidayat, M.S., A., R., 2023. Design and build a mechanical-based coffee roasting machine. ILTEK J. Teknol. 18, 92–96. <https://doi.org/10.47398/iltek.v18i02.131> [in Indonesian]
- Herwidyanto, F., Ferichani, M., Setyowati, 2023. Analysis of the supply chain of robusta coffee varieties (*Coffea canephora*) in Grabag District, Malang Regency. Agrista 11, 13–22. [in Indonesian]
- Liana, E.P., Fiatno, A., Gusman, D., 2023. Performance analysis of coffee roasting equipment capacity 2 kg horizontal cylinder type. J. Tek. Ind. Terintegrasi 6, 101–107. <https://doi.org/10.31004/jutin.v6i1.11749> [in Indonesian]
- Lubis, A., Syafriandi, S., Idkham, M., Maulana, A., 2023. Design and construction of coffee roasting machine with rounding cylinder tube using electric heat source. Res. Agric. Eng. 69, 118–123. <https://doi.org/10.17221/69/2022-RAE>
- Mardjan, S.S., Heri Purwanto, E., Yoga Pratama, G., 2022. Effect of initial temperature and degree of roasting on the physicochemical properties and taste of Solok Arabica Coffee. J. Keteknikan Pertan. 10, 108–122. <https://doi.org/10.19028/jtep.010.2.108-122> [in Indonesian]
- Marhaenanto, B., Soedibyo, D.W., Farid, M., 2015. Determination of coffee roasting time to variations in roasting degrees using RGB color model in digital image processing. J. Agroteknologi 09, 102–111. [in Indonesian]
- Mulato, S., 2002. Design and testing of cylindrical type coffee bean roasting machine. Pelita Perkebunan 18(1):31–45. [in Indonesian]
- Münchow, M., Alstrup, J., Steen, I., Giacalone, D., 2020. Roasting conditions and coffee flavor: A multi-study empirical investigation. Beverages 6, 1–14. <https://doi.org/10.3390/beverages6020029>
- Narulita, S., Winandi, R., Jahroh, S., 2014. Analysis of competitiveness and development strategy of Indonesian coffee agribusiness. J. Agribisnis Indones. 2, 63. <https://doi.org/10.29244/jai.2014.2.1.63-74> [in Indonesian]

- Pakaya, I.M., Radi, R., Purwantana, B., 2024. Classification of roasting level of coffee beans using convolutional neural network with mobilenet architecture for android implementation. *J. Tek. Pertan. Lampung* 13, 924. <https://doi.org/10.23960/jtep-1.v13i3.924-932>
- Paramida, O., Fadhil, R., Syafriandi, S., Lubis, A., 2022. Arabica coffee roasting testing with cylindrical tube coffee roasting machine using an electric heat source. *J. Ilm. Mhs. Pertan.* 7, 895–903. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i4.21625> [in Indonesian]
- Pramudita, D., Araki, T., Sagara, Y., Tambunan, A.H., 2017. Roasting and colouring curves for coffee beans with broad time-temperature variations. *Food Bioprocess Technol.* 10, 1509–1520. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1912-5>
- Putra, S.A., Hanifah, U., Karim, M.A., 2019. Theoretical study of fluidization and heat transfer on fluidized bed coffee roaster. *AIP Conf. Proc.* 2097. <https://doi.org/10.1063/1.5098287>
- Radi, Saragih, E.P., Pratama, B., Fitri, W.K., 2021. Performance analysis of fuzzy logic controller applied on portable roaster. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* <https://doi.org/10.1088/1755-1315/757/1/012022>
- Saloko, S., Sulastri, Y., Murad, Rinjani, M.A., 2019. The effects of temperature and roasting time on the quality. *Proc. 2nd Int. Conf. Biosci. Biotechnol. Biometrics* 2019 1–14.
- Widodo, W.E., Atmaji, G., Yohanes, H., Astuti, 2022. Performance of type fluidization roasting machine coffee and roasted coffee quality test. *Teknol. Pertan.* 16, 117–126. [in Indonesian]
- Yeager, S.E., Batali, M.E., Lim, L.X., Liang, J., Han, J., Thompson, A.N., Guinard, J.X., Ristenpart, W.D., 2022. Roast level and brew temperature significantly affect the color of brewed coffee. *J. Food Sci.* 87, 1837–1850. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16089>
- Yuniar, R.J., Sugiarto, K., Nursyeha, M.A., Ramadhani, M.I., Ardhenta, L., 2025. Design and build an automatic coffee bean roasting tool based on the maturity level of the coffee beans. *Transient J. Ilm. Tek. Elektro* 14, 1–6. <https://doi.org/10.14710/transient.v14i1.1-6>. [in Indonesian]

OPTIMASI PERBEDAAN PELARUT PADA PEMBUATAN NANOPARTIKEL AIR CUCIAN BERAS UNTUK BAHAN DASAR FACE TONER SEBAGAI SEDIAAN SKINCARE PEMBERSIH WAJAH PENANGKAL MERKURI

Optimization of Solvent Differences in the Production of Rice Wash Nanoparticles for Face Toner Base Material as a Mercury-Blocking Facial Cleansing Skincare Product

Feni Mayang Sari, Fathiyah Karimah, Rindiani Dwi Saputri, Muflihah Muflihah*

¹Program Studi Pendidikan Kimia/Laboratorium Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, 75123, Indonesia.

*)Penulis korespondensi: muflihah@fkip.unmul.ac.id

Submisi: 16.6.2025; Penerimaan: 31.7.2025; Dipublikasikan: 31.12.2025

ABSTRAK

Penerapan teknologi nanopartikel air cucian beras dapat mengoptimalkan penyerapan *skincare* ke dalam kulit. Limbah air cucian beras sebagai bahan dasar *face toner* mengandung nutrisi seperti vitamin B, C, E, mineral, pati, dan polifenol. Kandungan polifenol mencapai 390,98 mg / 100 g, memiliki kapasitas antioksidan kuat yang mampu menangkalkan radikal bebas dan mendukung regenerasi sel. Penelitian ini mendukung pengembangan produk perawatan kulit berbasis bahan alami dan teknologi ramah lingkungan. Metode kimia *co-precipitation* dengan tiga pelarut berbeda yaitu, NaOH 0,2 N, NH₄OH 0,2 N, dan PEG 6000 0,2 gram sebagai agen pengendap, dipanaskan pada suhu 50°C selama 1 jam. Karakteristik nanopartikel melalui Panjang gelombang maksimum sampel melalui spektrofotometri UV-Vis pada rentang 400-600 nm. Optimasi penyerapan nanopartikel dari air cucian beras terhadap krim wajah yang mengandung merkuri dilakukan menggunakan analisis *Atomic Absorption Spectrophotometry* untuk mengetahui potensi penurunan kadar merkuri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel air cucian beras 6000 meningkatkan stabilitas dan memperkecil ukuran partikel, sehingga memperluas permukaan aktif dan meningkatkan kemampuan pengikatan ion logam berat. Perlakuan dengan nanopartikel berbasis NH₄OH menunjukkan efektivitas tertinggi dengan penurunan kadar merkuri sebesar 74,9%, diikuti PEG 6000 sebesar 71,3%, dan NaOH sebesar 56,7%.

Kata kunci: *Face toner*, limbah air cucian beras, nanopartikel, uji kadar merkuri

ABSTRACT

Rice washing water nanoparticle technology optimizes skincare product absorption into skin. Rice washing water waste contains nutrients like vitamins B, C, E, minerals, starch, and polyphenols. The polyphenol content reaches 390.98 mg/100 g, providing strong antioxidant capacity that neutralizes free radicals and supports cell regeneration. This research supports developing natural, environmentally friendly skincare products that are safe and effective. The chemical co-precipitation method used three solvents: 0.2 N NaOH, 0.2 N NH₄OH, and 0.2 g PEG 6000 as precipitating agent, heated at 50°C for 1 hour. Nanoparticle characteristics were determined through maximum wavelength using UV-Vis spectrophotometry in the 400-600 nm range. Optimization of nanoparticle absorption from rice washing water toward face cream suspected of containing mercury was analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) to determine mercury level reduction. Results showed rice washing water nanoparticles 6000 increased stability and reduced particle size, expanding active surface area and enhancing heavy metal ion binding. NH₄OH-based nanoparticles showed highest effectiveness with 74.9% mercury reduction, followed by PEG 6000 at 71.3%, and NaOH at 56.7%.

Keywords: Face Toner, rice washing water waste, nanoparticles, mercury content test

PENDAHULUAN

Toner wajah merupakan cairan yang berfungsi untuk membersihkan kotoran serta sisa *make up* yang masih menempel di kulit, sekaligus memberikan efek menyegarkan. Biasanya, *toner* digunakan setelah pembersih wajah dan sebelum pelembab. Selain mampu membersihkan, *toner* juga dapat mengangkat minyak berlebih tanpa membuat kulit, terutama yang sensitif, menjadi kering. Seiring dengan perkembangan zaman, industri *skincare* terus mengalami kemajuan melalui inovasi berbasis bahan alami dan teknologi terkini. Salah satu produk perawatan kulit yang sering digunakan adalah *toner* wajah. Meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya penampilan dan kesehatan kulit menyebabkan penggunaan produk *skincare* pun semakin tinggi. Kini, banyak bermunculan merek-merek baru yang menawarkan kosmetik sesuai dengan permasalahan kulit masing-masing konsumen. Namun, tidak semua produk cocok untuk setiap jenis kulit, sehingga banyak orang mulai beralih ke perawatan berbahan alami. Salah satu bahan alami yang cukup populer digunakan adalah air cucian beras (Larasati et al., 2022). *Toner* tradisional yang dibuat dari air beras menjadi alternatif perawatan kulit yang terjangkau dan memiliki manfaat khusus, terutama untuk mengatasi kulit berminyak (Widiantie et al., 2023).

Air cucian beras mengandung berbagai nutrisi penting seperti vitamin B, C, dan E, serta beragam mineral yang bermanfaat bagi kesehatan kulit. Kandungan tersebut diyakini mampu mencerahkan dan melembutkan kulit, sekaligus memiliki sifat antimikroba dan anti inflamasi yang dapat membantu mengatasi berbagai permasalahan kulit. Selain itu, air cucian beras juga kaya akan pati, polifenol, dan vitamin, yang menjadikannya sebagai bahan potensial dalam produk perawatan kulit. Meskipun sering dianggap sebagai limbah rumah tangga, nyatanya air cucian beras mengandung polifenol sebesar 390,98 mg/100 gram, dengan aktivitas antioksidan yang cukup tinggi. Aktivitas ini mampu menangkal radikal bebas dan mencegah penuaan dini pada kulit. Tak hanya itu, air cucian beras juga memiliki potensi sebagai bahan pencerah alami dan antiaging, karena

kemampuannya dalam mengangkat sel kulit mati serta merangsang regenerasi sel-sel baru (Latarissa dan Husni, 2022). Namun demikian, pemanfaatan air cucian beras dalam produk *skincare* masih memiliki beberapa keterbatasan, terutama terkait rendahnya stabilitas komponen aktif dan kemampuan penetrasinya ke dalam lapisan kulit. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan teknologi nanopartikel, yang mampu meningkatkan efektivitas bahan aktif dalam menembus lapisan kulit secara optimal.

Nanopartikel merupakan partikel berukuran sangat kecil, yaitu antara 1 hingga 100 nanometer, yang memiliki karakteristik fisik, kimia, dan biologi yang berbeda dari partikel berukuran lebih besar (Abdassah, 2017). Teknologi nanopartikel dirancang untuk mengatasi berbagai zat aktif yang sukar larut, rendahnya kelarutan dan bioavailabilitas, serta untuk meningkatkan penyerapan zat aktif ke dalam kulit. Dengan teknologi ini, zat aktif dapat di enkapsulasi dalam sistem penghantar berskala nano, yang dikenal sebagai *nanocarrier*, sehingga lebih stabil terhadap degradasi. Selain itu, nanopartikel memiliki kemampuan untuk menembus celah-celah antar sel kulit, yang biasanya sulit dilalui oleh partikel berukuran lebih besar, termasuk partikel koloid. Keunggulan lainnya adalah fleksibilitasnya untuk dikombinasikan dengan berbagai teknologi lain, membuka peluang luas untuk berbagai aplikasi dan target spesifik. Nanopartikel juga memberikan keuntungan berupa peningkatan afinitas sistem terhadap target karena luas permukaan kontak yang lebih besar, meskipun dalam jumlah partikel yang sama. Dalam penelitian ini, proses sintesis nanopartikel dilakukan melalui metode kimia yang dianggap lebih hemat biaya dan ramah lingkungan. Tahapan sintesis dan karakterisasi nanopartikel menjadi aspek penting dalam penelitian ini, termasuk pemilihan ukuran dan bentuk partikel untuk mendapatkan kontrol optimal terhadap sifat fisik dan kimia yang diinginkan (Latarissa dan Husni, 2022).

Agen pengendap berperan penting dalam menentukan sifat akhir dari nanopartikel yang dihasilkan, termasuk ukuran, bentuk, dan kestabilannya. Namun,

hingga saat ini, kajian mengenai pengaruh jenis agen pengendap terhadap sintesis nanopartikel dari air cucian beras masih tergolong terbatas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan tiga jenis pelarut berbeda, yaitu NaOH, PEG 6000, dan NH_4OH , sebagai agen pengendap. Tujuan dari penggunaan ketiga agen tersebut adalah untuk mengetahui dan membandingkan mana di antara ketiganya yang menghasilkan nanopartikel paling stabil, efektif, dan layak digunakan dalam formulasi produk perawatan kulit berbasis air cucian beras.

NaOH dan NH_4OH memiliki jenis ikatan kimia yang berbeda, di mana NaOH membentuk ikatan ionik, sedangkan NH_4OH memiliki ikatan kovalen. Perbedaan ini dapat mempengaruhi kecepatan reaksi dengan ion lain di dalam larutan, sehingga menyebabkan variasi dalam laju pertumbuhan dan proses kristalisasi partikel. Hal ini tentu berdampak pada sifat fisik dan kimia dari nanopartikel yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, ditinjau bagaimana peran zat pengendap, yaitu NaOH dan NH_4OH , memengaruhi struktur serta sifat magnetik dari nanopartikel yang disintesis. NaOH merupakan basa kuat yang mudah diperoleh di laboratorium, dan telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian terkait air cucian beras. Fungsinya dalam proses pengendapan sangat penting, karena dapat meningkatkan pH larutan sehingga membantu mengendapkan senyawa aktif seperti polisakarida dan senyawa fenolik. Menariknya, peningkatan konsentrasi NaOH diketahui dapat memperkecil ukuran partikel, menunjukkan efektivitasnya sebagai agen pemecah ukuran partikel (Larasati et al., 2022). Sementara itu, *Polyethylene Glycol* 6000 (PEG 6000) digunakan sebagai agen penstabil sekaligus surfaktan. Peran PEG 6000 sangat krusial dalam menjaga kestabilan partikel agar tidak menggumpal (aglomerasi), serta membantu mendistribusikan partikel secara merata di dalam larutan. Penggunaannya juga diketahui mampu mengontrol ukuran nanopartikel, sehingga partikel yang terbentuk menjadi lebih kecil dan terdistribusi dengan baik (Srifiana dan Elfiani, 2023). Adapun NH_4OH , yang merupakan basa lemah, berfungsi dalam proses pengendapan partikel tanpa merusak senyawa bioaktif yang terkandung dalam air

cucian beras. Selain itu, pengendapan dengan Amonium Hidroksida (NH_4OH) dapat menghasilkan nanopartikel dengan ukuran yang relatif lebih kecil (Wulandari et al., 2018).

Merkuri merupakan logam berat yang berbentuk cair, berwarna putih keperakan, dan mudah menguap pada suhu ruang. Merkuri mengandung toksisitas yang tinggi sifat neurotoksik yang dapat mengganggu fungsi sistem saraf, ginjal, dan sistem kekebalan tubuh. Merkuri, khususnya dalam bentuk senyawa anorganik, dapat dengan mudah diserap melalui kulit. Senyawa ini sering ditemukan dalam produk pemutih wajah ilegal, yang jika digunakan pada kulit dapat menimbulkan berbagai efek negatif, seperti perubahan warna kulit, munculnya bintik hitam, iritasi, hingga reaksi alergi. Paparan merkuri dalam jangka panjang bahkan dapat menyebabkan kerusakan kulit yang bersifat permanen, hiperpigmentasi, serta gangguan kesehatan serius lainnya yang berpotensi menyebabkan kematian (Rohaeti et al., 2016). Spektrofotometer UV-Vis merupakan salah satu instrumen analisis kimia yang paling umum digunakan untuk mendeteksi keberadaan senyawa, baik dalam bentuk padat maupun cair, berdasarkan nilai absorbansi terhadap foton. Instrumen ini bekerja dengan mengukur serapan cahaya oleh sampel pada rentang panjang gelombang tertentu, yaitu antara 200 hingga 700 nanometer, yang mencakup wilayah ultraviolet hingga cahaya tampak. Prinsip kerja alat ini adalah mendeteksi intensitas serapan cahaya sebagai fungsi dari panjang gelombang atau frekuensi foton. Spektrofotometer UV-Vis memiliki keunggulan karena dapat digunakan untuk menganalisis baik sampel berwarna maupun tidak berwarna. Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan dalam rentang panjang gelombang 400-600 nm untuk mengamati karakteristik serapan sampel secara lebih spesifik (Anggraini et al., 2015).

Metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) merupakan teknik analisis yang bekerja berdasarkan prinsip penyerapan cahaya oleh atom bebas. Dalam proses ini, atom-atom dalam sampel akan menyerap sebagian dari cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya pada panjang gelombang tertentu, yang sesuai

dengan kebutuhan energi atom tersebut. Teknik ini banyak digunakan dalam analisis kandungan logam berat karena memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi serta prosedur pelaksanaannya yang relatif sederhana (Yulia et al., 2017). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, metode AAS terbukti efektif dalam melakukan analisis kuantitatif terhadap kandungan logam berat dalam krim pemutih wajah. Ketertarikan terhadap penelitian ini didasari oleh fenomena yang terjadi di masyarakat, terutama di kalangan perempuan, yang cenderung menggunakan produk krim pemutih wajah tanpa mempertimbangkan kandungan bahan aktif maupun potensi dampaknya terhadap kesehatan. Selain itu, masih banyak produk krim pemutih yang beredar di pasaran tanpa izin resmi dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), sehingga menimbulkan risiko bagi kesehatan konsumen (Irawan, 2019).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah air cucian beras putih. Sedangkan bahan kimia yang digunakan meliputi larutan natrium hidroksida (NaOH), larutan amonium hidroksida (NH₄OH), dan *polyethylene glycol* (PEG) 6000. Bahan lain yang digunakan untuk uji merkuri meliputi krim wajah yang didapat dari pembelian melalui *online shop*, asam nitrat (HNO₃), dan asam klorida (HCl). Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: sentrifugasi, oven, *hotplate*, *magnetic stirrer*, spektrofotometer UV-Vis, *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), serta peralatan gelas seperti gelas kimia, labu takar, pipet ukur, cawan porselen, dan tabung sentrifugasi.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental dengan perlakuan tiga jenis pelarut pengendap (NaOH, NH₄OH, dan PEG 6000) dalam proses sintesis nanopartikel dari air cucian beras. Masing-masing nanopartikel yang dihasilkan diuji efektivitasnya dalam menurunkan kadar merkuri pada krim wajah.

Data kuantitatif diperoleh dari analisis kadar merkuri menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil dianalisis secara deskriptif dengan

membandingkan efektivitas tiap jenis pelarut terhadap penurunan kadar merkuri.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui tahapan utama sebagai berikut:

Ekstraksi air cucian beras

Beras putih 600 gram dicuci dengan akuades sebanyak tiga kali. Air cucian dikumpulkan dan di sentrifugasi pada 4000 rpm selama 15 menit. Endapan disaring dan digunakan untuk sintesis.

Sintesis nanopartikel

Sintesis dilakukan dengan metode *co-precipitation*, yaitu mencampurkan air cucian beras dengan masing-masing pelarut (NaOH, NH₄OH, dan PEG 6000), lalu dipanaskan pada 50°C selama 1 jam, kemudian di sentrifugasi dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 2 jam.

Pengujian karakteristik

Sampel nanopartikel diuji serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis dalam rentang panjang gelombang 400–600 nm.

Perlakuan terhadap krim merkuri

Larutan krim wajah yang mengandung merkuri dicampur dengan nanopartikel hasil sintesis, diaduk, didiamkan 24 jam, di sentrifugasi, dan supernatan diuji kandungan merkuri menggunakan AAS.

Persiapan Bahan

Pada proses sintesis air cucian beras, disiapkan beras putih sebanyak 600 gram. Selanjutnya bahan kimia yang perlu disiapkan dalam proses pembentukan nanopartikel pada sintesis air cucian beras meliputi larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,2 N, larutan amonium hidroksida (NH₄OH) 0,2 N, dan *polyethylene glycol* (PEG) 6000 sebanyak 2 gram. Bahan lain yang akan disiapkan yaitu untuk uji merkuri meliputi sampel krim merkuri yang beredar bebas di platform *online shop* asam nitrat pekat, HNO₃ 0,1 N, dan HCl 37%.

Prosedur Analisis

Analisis karakteristik nanopartikel dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dalam rentang panjang gelombang 400–600 nm. Pengujian

ini bertujuan untuk menentukan puncak serapan senyawa aktif yang terperangkap dalam nanopartikel hasil sintesis. Metode ini mengacu pada prinsip kerja spektrofotometri UV-Vis yang mendeteksi serapan cahaya oleh sampel berdasarkan panjang gelombang tertentu, sebagaimana dijelaskan oleh Kelly *et al* (2002).

Analisis kadar merkuri dalam sampel krim wajah dilakukan menggunakan metode Spektrofotometri (AAS) sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989-78:2019. AAS digunakan karena memiliki sensitivitas tinggi dalam mendeteksi logam berat, termasuk merkuri, melalui penyerapan cahaya oleh atom bebas pada panjang gelombang spesifik. Prosedur ini tidak dimodifikasi secara signifikan dan dijalankan sesuai protokol standar yang juga diacu dalam Peraturan BPOM No. 16 Tahun 2024 mengenai batas cemaran logam berat dalam kosmetik (Yulia *et al.*, 2017)

Sintesis nanopartikel dilakukan menggunakan metode kimia *co-precipitation*. Air cucian beras yang telah di sentrifugasi dicampurkan dengan masing-masing larutan pengendap (NaOH 0,2 N, NH₄OH 0,2 N, dan PEG 6000 sebanyak 2 gram) dalam perbandingan 1:1, kemudian dipanaskan pada suhu 50°C selama 1 jam sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah proses pengendapan selesai, campuran di sentrifugasi kembali pada 4000 rpm selama 15 menit, lalu endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 2 jam hingga diperoleh serbuk nanopartikel. Metode ini dimodifikasi secara sederhana dari prosedur yang digunakan oleh Wulandari *et al.* (2018). dengan penyesuaian suhu dan konsentrasi bahan untuk mempertahankan kestabilan senyawa bioaktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel nanopartikel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari air cucian beras putih sebanyak 600 gram, yang sebelumnya telah dicuci sebanyak tiga kali. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel terhadap kualitas dan efektivitas kosmetik, khususnya dalam perawatan kulit, serta mengolah air cucian beras menjadi

nanopartikel sebagai formulasi suatu produk. Proses sintesis nanopartikel dilakukan dengan menggunakan tiga jenis larutan pengendap yang berbeda, yaitu NaOH, NH₄OH, dan PEG 6000. Selanjutnya, masing-masing jenis nanopartikel yang dihasilkan melihat efektivitasnya dalam menurunkan kadar merkuri pada krim pemutih wajah. Proses pelaksanaan proyek dimulai dari tahap ekstraksi air cucian beras, yang dilakukan dengan mencuci 600 gram beras putih sebanyak tiga kali menggunakan akuades. Proses ini bertujuan untuk memperoleh air cucian beras yang mengandung berbagai senyawa penting, seperti karbohidrat, nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, sulfur, zat besi, serta vitamin B1 (Purnamasari *et al.*, 2021).

Air cucian beras yang telah diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi dan diproses pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan endapan yang mengandung senyawa aktif dari supernatan. Filtrat yang dihasilkan disaring dan digunakan sebagai bahan utama dalam sintesis nanopartikel. Endapan limbah air cucian beras yang sudah di sentrifugasi diambil menggunakan spatula dan diletakkan di atas kertas saring yang sudah dialasi kaca arloji. Tahap ini berfungsi untuk mengeringkan dan mengonsentrasikan partikel-partikel aktif dari air cucian beras. Filtrat yang jernih kemudian digunakan sebagai bahan dasar dalam sintesis nanopartikel.

Langkah berikutnya adalah proses sintesis nanopartikel dengan metode *co-precipitation*, menggunakan masing-masing larutan pengendap dengan menambahkan masing-masing larutan pengendap yaitu NaOH 0,2 N, NH₄OH, dan larutan PEG 6000 ke dalam larutan air cucian beras dalam rasio 1:1. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* dan dipanaskan di atas *hotplate* pada suhu 50°C selama 1 jam untuk mendorong proses pembentukan nanopartikel, terlihat pada NaOH sebagai basa kuat berfungsi meningkatkan pH dan mengendapkan senyawa aktif melalui ionisasi gugus fenol menjadi fenolat. Sedangkan NH₄OH, sebagai basa lemah, menyebabkan ionisasi yang lebih lambat sehingga mencegah degradasi senyawa bioaktif, meskipun efisiensi

pengendapannya cenderung lebih rendah karena pH larutan tidak cukup tinggi untuk memicu ionisasi yang optimal. Di sisi lain, PEG 6000 berperan sebagai polimer sintesis yang serbaguna dan sangat hidrofilik, dengan rantai panjang yang berbeda serta banyak gugus fungsi aktif yang mendukung proses pengendapan (Wulandari et al., 2018).

Setelah reaksi pengendapan berlangsung, campuran di sentrifugasi kembali pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan nanopartikel dari larutan induk. Endapan yang dihasilkan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 2 jam hingga memperoleh serbuk kering berwarna putih kekuningan untuk menghindari degradasi senyawa aktif yang sensitif terhadap panas tinggi. Serbuk nanopartikel dari setiap perlakuan menunjukkan perbedaan warna dan teksturnya.

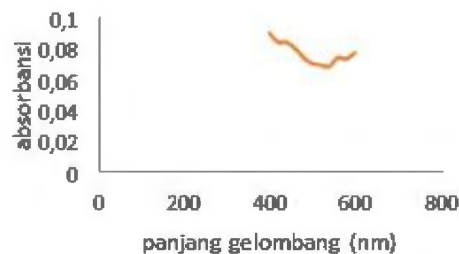
Proses ini membuktikan bahwa perlakuan dengan berbagai larutan pengendap menghasilkan serbuk nanopartikel dengan karakteristik fisik yang berbeda-beda. Serbuk nanopartikel yang diperoleh kemudian disimpan dalam botol kaca kecil untuk tahap pengujian lebih lanjut.



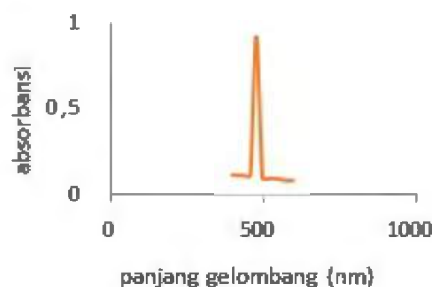
Gambar 1. Hasil serbuk nanopartikel dari masing-masing larutan pengendap

Karakterisasi terhadap produk nanopartikel dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui puncak serapan senyawa aktif yang terperangkap dalam nanopartikel yang disintesis menggunakan larutan pengendap NaOH, NH₄OH, dan PEG 6000 dalam rentang panjang gelombang 400-600 nm. NaOH nilai absorbansi tertinggi tercatat pada panjang gelombang 400 nm sebesar 0,095-0,086. Sementara itu, nanopartikel NH₄OH, nilai R² lebih tinggi yaitu 0,9517, yang

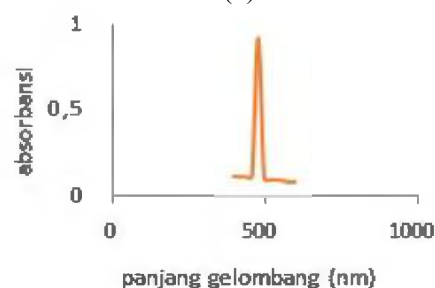
mengindikasikan kestabilan pola penurunan absorbansi secara konsisten. Sampel nanopartikel yang dibuat menggunakan PEG 6000, tercatat nilai absorbansi awal pada 400 nm sebesar 0,232, yang kemudian turun signifikan menjadi 0,148-0,159 pada rentang 580-600 nm menunjukkan hubungan yang cukup baik antara panjang gelombang dan penurunan absorbansi.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. Grafik absorbansi nanopartikel yang diperoleh dari bahan pengendap berbeda. NaOH (a), NH₄OH (b), PEG (c)

Selain karakteristik struktur, dilakukan juga uji efektivitas nanopartikel dalam menurunkan kandungan merkuri pada krim pemutih wajah yang diduga mengandung logam berat tersebut. Sampel krim disiapkan dan dicampurkan dengan larutan nanopartikel dari ketiga jenis pengendap kemudian

didiamkan selama 24 jam dan di sentrifugasi untuk memisahkan larutan atas (supernatan). Supernatan hasil sentrifugasi kemudian diuji kandungan merkurnya menggunakan metode SSA (Spektrofotometri Serapan Atom). Berdasarkan hasil analisis menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA) sesuai standar SNI 6989-78:2019, diketahui bahwa kadar awal merkuri dalam sampel krim pemutih wajah sebelum diberi perlakuan sebesar 1.4077 µg/L. Dalam pengawasan produk kosmetik, penggunaan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) memiliki peran penting bagi lembaga pengawas seperti Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) untuk memastikan bahwa produk yang beredar di pasaran tidak melebihi batas aman kandungan merkuri. Batas maksimum yang diperbolehkan adalah 1 mg/kg atau setara dengan 0,0001%, sebagaimana diatur dalam Peraturan BPOM Nomor 16 Tahun 2024 mengenai batas cemaran pada kosmetik (Yulianingrum et al., 2024).

Setelah dilakukan perlakuan menggunakan nanopartikel dari air cucian beras dengan tiga jenis larutan pengendap yang berbeda, terjadi penurunan kadar merkuri secara signifikan. Perlakuan dengan nanopartikel berbasis NH₄OH menunjukkan hasil paling efektif dengan kadar merkuri akhir sebesar 0,3531 µg/L, yang berarti terjadi penurunan sebesar 74,9% dari kadar awal. Selanjutnya, nanopartikel dengan larutan PEG 6000 juga menunjukkan efektivitas yang tinggi, dengan kadar akhir 0,4046 µg/L, setara dengan penurunan sebesar 71,3%, sementara perlakuan dengan NaOH menurunkan kadar merkuri menjadi 0,6094 µg/L, dengan persentase penurunan sekitar 56,7%. Penurunan ini disebabkan oleh Penurunan kandungan garam mineral dapat menunjukkan terbentuknya gugus fungsional –COOH dan –OH pada permukaan adsorben, yang berperan penting dalam meningkatkan kemampuan adsorpsi terhadap ion Pb(II) (Purwiandono dan Haidar, 2022). Selain itu, menurut penelitian Tatinting dkk (2021) nanopartikel yang distabilisasi dengan PEG 6000 mampu membentuk partikel yang lebih kecil dan stabil, sehingga memiliki luas permukaan yang lebih besar untuk menangkap ion logam berat. Mekanisme ini

serupa dengan pengikatan ion kadmium (Cd²⁺), memperkuat potensi PEG 6000 dalam proses detoksifikasi. Secara keseluruhan, pemanfaatan nanopartikel berbasis air cucian beras tidak hanya menawarkan pendekatan yang ramah lingkungan (*green technology*), tetapi juga memberikan solusi yang efektif untuk mengurangi kontaminasi logam berat dalam produk kosmetik. Studi lain oleh (Firdaus et al. (2019) turut memperkuat temuan ini, yang menunjukkan bahwa biosintesis nanopartikel perak berbasis bahan alami mampu mendeteksi serta mengikat ion merkuri secara selektif.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan nanopartikel dengan terhadap kadar merkuri dalam krim pemutih

Perlakuan	Sebelum	Sesudah	Persen Penurunan
NaOH	1.4077	0.6094	56.7%
PEG 6000	1.4077	0.4046	71.3%
NH ₄ OH	1.4077	0.3531	74.9%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa nanopartikel yang disintesis dari air cucian beras dengan menggunakan tiga jenis larutan pengendap, yaitu NaOH, NH₄OH, dan PEG 6000, mampu menurunkan kadar merkuri dalam krim pemutih wajah secara signifikan. Perlakuan dengan nanopartikel berbasis NH₄OH menghasilkan puncak serapan nanopartikel di Panjang gelombang 480 nm dan efektivitas paling tinggi dengan penurunan kadar merkuri sebesar 74,9%, diikuti oleh PEG 6000 sebesar 71,3%, dan NaOH sebesar 56,7%. Efektivitas ini disebabkan oleh keberadaan gugus fungsional –OH dan –COOH pada permukaan nanopartikel yang berperan aktif dalam proses adsorpsi ion merkuri (Hg²⁺). Selain itu, penggunaan PEG 6000 terbukti meningkatkan stabilitas dan memperkecil ukuran partikel, sehingga memperluas permukaan aktif dan meningkatkan kemampuan pengikatan ion logam berat. Hasil ini menunjukkan bahwa nanopartikel dari air cucian beras memiliki potensi besar sebagai bahan aktif alami dan ramah lingkungan untuk menurunkan

cemaran logam berat pada produk kosmetik, serta dapat menjadi alternatif teknologi hijau yang aplikatif dalam mendukung keamanan produk kecantikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M., 2017. Nanopartikel dengan gelas ionik. *Farmaka* 15(1), 45–52. <https://doi.org/10.24198/jf.v15i1.12138.g5643>
- Anggraini, M., Saroni B., Waluyo, S., Rusydi, R., Sujono, S., 2015. Pengendapan uranium dan thorium hasil pelarutan slag II. *EKSPLORIUM* 36(2), 125–132. <https://doi.org/10.55981/eksplorium.2015.8107>
- Firdaus, M.L., 2019. Pembuatan nanopartikel perak yang ramah lingkungan beserta aplikasinya untuk mendeteksi ion merkuri secara citra digital. *Al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan* 6(2), 52–57. <https://doi.org/10.15575/ak.v6i2.6487>
- Irawan, A., 2019. Kalibrasi spektrofotometer sebagai penjamin mutu hasil pengukuran dalam kegiatan penelitian dan pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory* 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.44750>
- Kelly, K.L., Coronado, E.A., Zhao, L.L., Schatz, G.C., 2003. The optical properties of metal nanoparticles: The influence of size, shape, and dielectric environment. *The Journal of Physical Chemistry B* 107(3), 668–677. <https://doi.org/10.1021/jp026731y>
- Larasati, T.D., Putri, N.P., Niawanti, H., Pratiwi, L.E., Gedoan, D.E.P., 2022. Characterization of natural face toner from rice-washed water. *Jurnal Ilmiah Berkala: Sains dan Terapan Kimia* 16(2), 75–85. <http://dx.doi.org/10.20527/jstk.v16i2.10850>
- Latarissa, I.R., Husni, P., 2022. Review artikel: Aplikasi teknologi nanopartikel pada sediaan kosmetik. *Farmaka, Suplemen* 14(1), 104–113.
- Purnamasari, A.N.R., Mubarak, A.S., Mulyono, 2021. Analisis kadar logam berat kadmium (Cd) dengan metode atomic absorption spectrophotometry (AAS) pada produk rajungan kaleng di Balai Pengujian Mutu Hasil Perikanan (BPMHP) Semarang, Jawa Tengah. *Journal of Marine and Coastal Science* 10(2), 93–98. <https://doi.org/10.20473/jmcs.v10i2.27661>
- Purwiandono, G., Haidar, A.S., 2022. Studi adsorpsi logam Pb(II) menggunakan adsorben kulit rambut teraktivasi HNO₃ dan NaOH. *IJCR: Indonesian Journal of Chemical Research* 7(1), 8–16. <https://doi.org/0.20885/ijcr.vol7.iss1.art2>
- Rohaeti, E., Widjayanti E., Rakhmawati, A., 2016. Kemudahan biodegradasi selulosa bakteri dari limbah cucian beras dengan penambahan gliserol, kitosan, dan nanopartikel perak. *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia* 2(1), 35–44. <http://dx.doi.org/10.15408/jkv.v2i1.3111>
- Srifiana, Y., Elfiani, R., 2023. Pelatihan pembuatan skincare gel pencerah wajah dengan memanfaatkan air cucian beras. *Jurnal Mitra Masyarakat* 4(1), 21–26. <https://doi.org/10.47522/jmm.v4i1.165>
- Tatinting, G.D., Arintonang, A.H., Wuntu, A., 2021. Sintesis nanopartikel Fe₃O₄ polietilen glikol (PEG) 6000 dari pasir besi pantai hais sebagai adsorben logam kadmium (Cd). *Chemistry Progress* 14(2), 131–137. <https://doi.org/10.35799/cp.14.2.2021.37192>
- Widiantie, R., Setiawati, I., Nurlaelah, I., Alifah, N., Roqiiqulqolby, A., 2023. Pelatihan pembuatan sabun cuci dan antiseptik sebagai upaya pemanfaatan limbah rumah tangga dan peluang usaha baru bagi ibu-ibu PKK Desa Cisantana. *ARRUS: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* 2(1), 5–12.

- <https://doi.org/10.35877/454RI.abdiku1737>
- Wulandari, D.D., Andini, A., Puspitasari, A., 2018. Penentuan kadar logam berat merkuri (Hg) dan cadmium (Cd) dalam kosmetik dengan atomic absorption spectroscopy (AAS). *Medicra (Journal of Medica Laboratory, Science/Technology)* 1(2), 103–110. [10.21070/medicra.v1i2.1830](https://doi.org/10.21070/medicra.v1i2.1830)
- Yulia, R., Putri, A., Hevira, L., 2019. Analisis merkuri pada merk krim pemutih wajah dengan metode spektrofotometri serapan atom. *Jurnal Katalisator* 4(2), 103–110. <http://doi.org/10.22216/jk.v4i2.4618>
- Yulianingrum, M., Oktaviani, L., Sari, L., Maelaningsih, F.S., 2024. Review: Identifikasi merkuri pada sediaan krim pemutih wajah menggunakan metode spektrofotometri. *Jurnal Medika Farmaka* 2(3), 292–297. <https://doi.org/10.33482/jmedfarm.v2i3.51>

PENGARUH PEMBERIAN TEPUNG YAKON (*Smallanthus sonchifolius*) TERHADAP PROFIL GLUKOSA DARAH PADA TIKUS MODEL DIABETES

*The Effect of Yacon Flour (Smallanthus sonchifolius) on Blood Glucose Profile in
Diabetic Rat Models*

Yuniars Renowening*, Titik Dwi Novianti, Muhammad Rosyid Ridho

Prodi Gizi, Fakultas Pangan dan Ilmu Kesehatan, Universitas Sugeng Hartono

**)Penulis korespondensi: yuniarsrenowening@gmail.com*

Submisi: 12.6.2025; Penerimaan: 23.12.2025; Dipublikasikan: 31.12.2025

ABSTRAK

Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik dengan prevalensi meningkat dan menimbulkan komplikasi serius. Pengelolaan diabetes tidak hanya mengandalkan terapi farmakologis, tetapi memerlukan pendekatan pangan fungsional. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) merupakan sumber fruktooligosakarida (FOS), inulin, dan polifenol yang berperan dalam modulasi metabolisme glukosa, sensitivitas insulin, serta perlindungan terhadap stres oksidatif. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh tepung yakon terhadap profil glukosa darah pada tikus model diabetes. Desain penelitian menggunakan pre-test and post-test control group dengan 30 tikus Wistar yang dibagi dalam enam kelompok: normal, kontrol negatif, kontrol positif (glibenklamid), dan tiga kelompok perlakuan dengan dosis tepung yakon berbeda. Induksi diabetes dilakukan dengan streptozotocin dan nikotinamid, dilanjutkan intervensi tepung yakon selama 14 hari. Hasil menunjukkan kelompok perlakuan mengalami penurunan nyata kadar glukosa darah puasa dibandingkan kontrol negatif ($p < 0,05$), dengan efek terbesar pada dosis 2 g/kg BB. Pemberian tepung yakon membantu mempertahankan berat badan tikus lebih stabil dibandingkan kontrol negatif. Mekanisme yang mendasari adalah fermentasi FOS menghasilkan short-chain fatty acids (SCFA) serta meningkatkan sekresi GLP-1. Simpulan penelitian ini adalah tepung yakon berpotensi sebagai intervensi nutrasetikal dalam pengelolaan diabetes melitus.

Kata kunci: Diabetes Melitus, Glukosa Darah, Pangan Fungsional, Sindrom Metabolik, Tepung Yacon.

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a metabolic disorder with increasing prevalence worldwide, leading to severe complications. Its management requires pharmacological therapy and functional food approaches. Yacon (Smallanthus sonchifolius) is a source of fructooligosaccharides (FOS), inulin, and polyphenols that affect glucose metabolism, insulin sensitivity, and protection against oxidative stress. This study evaluated the effect of yacon flour on blood glucose profiles in diabetic rat models. The study used a pre-test and post-test control group design with 30 male Wistar rats, divided into six groups: normal, negative control, positive control (glibenclamide), and three treatment groups with different doses of yacon flour. Diabetes was induced using streptozotocin and nicotinamide, followed by 14 days of yacon flour intervention. Results showed significant reduction in fasting blood glucose levels in treatment groups compared with negative control ($p < 0.05$), with the strongest effect at 2 g/kgBW. Yacon flour administration maintained body weight more effectively than the negative control group. The mechanism likely occurs through FOS fermentation producing short-chain fatty acids (SCFA) and increased GLP-1 secretion. In conclusion, yacon flour has potential as a nutraceutical intervention for diabetes mellitus and metabolic syndrome management.

Keywords: Blood Glucose, Diabetes Mellitus, Functional Food, Metabolic Syndrome, Yacon Flour.

PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan salah satu masalah kesehatan global dengan prevalensi yang terus meningkat setiap tahunnya. International Diabetes Federation (IDF) melaporkan bahwa pada tahun 2021 terdapat lebih dari 537 juta orang dewasa yang hidup dengan diabetes, dan angka ini diprediksi akan terus meningkat hingga mencapai 783 juta pada tahun 2045 (IDF, 2021). Kondisi ini menimbulkan berbagai komplikasi kronis seperti penyakit kardiovaskular, nefropati, neuropati, dan retinopati, yang secara signifikan menurunkan kualitas hidup penderita serta meningkatkan beban ekonomi pada sistem kesehatan (Purwandari et al., 2022).

Pengelolaan diabetes umumnya dilakukan melalui kombinasi terapi farmakologis, perubahan gaya hidup, dan pengaturan pola makan. Namun, penggunaan obat antidiabetes jangka panjang sering kali dikaitkan dengan berbagai efek samping, seperti hipoglikemia, peningkatan berat badan, maupun gangguan gastrointestinal (Mariana et al., 2025). Oleh sebab itu terapi berbasis pangan fungsional menjadi salah satu strategi yang banyak dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir.

Yakon (*Smallanthus sonchifolius*) merupakan salah satu tanaman umbi asal Andes yang mulai mendapat perhatian sebagai sumber pangan fungsional. Yakon dikenal kaya akan fruktooligosakarida (FOS) dan inulin, yaitu jenis serat larut yang bersifat prebiotik. Senyawa ini tidak hanya berperan dalam meningkatkan pertumbuhan mikrobiota usus bermanfaat, tetapi juga terbukti memengaruhi metabolisme glukosa dan sensitivitas insulin (Nilghaz et al., 2025). Selain itu, konsumsi yakon juga dilaporkan memiliki efek menurunkan kadar glukosa darah dan memperbaiki profil lipid pada hewan coba maupun manusia (Pereira et al., 2025).

Kandungan bioaktif pada yakon tidak terbatas pada FOS dan inulin, melainkan juga meliputi polifenol dan senyawa antioksidan yang berperan dalam menekan stres oksidatif (Grancieri et al., 2023). Stres oksidatif diketahui berkontribusi signifikan terhadap perkembangan resistensi insulin dan

kerusakan sel β pankreas pada penderita diabetes melitus (Purwandari et al., 2022). Dengan demikian, konsumsi yakon berpotensi memberikan manfaat ganda, yakni melalui modulasi metabolisme karbohidrat dan perlindungan seluler terhadap kerusakan akibat radikal bebas (Grancieri et al., 2023).

Penelitian pada hewan telah menunjukkan bahwa pemberian ekstrak atau tepung yakon dapat memperbaiki toleransi glukosa, menurunkan kadar glukosa darah puasa, serta meningkatkan profil lipid (Bezerra et al., 2025). Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada ekstrak air atau sirup yakon, sementara pemanfaatan tepung yakon dalam model hewan diabetes masih relatif terbatas. Tepung yakon memiliki keunggulan sebagai bentuk olahan sederhana yang lebih stabil dan mudah diaplikasikan dalam formulasi pangan (Nurmawati et al., 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian tepung yakon (*Smallanthus sonchifolius*) terhadap profil glukosa darah pada tikus model diabetes. Penelitian ini secara umum ditujukan untuk mengetahui potensi tepung yakon sebagai sumber pangan fungsional dalam mendukung pengelolaan diabetes melitus. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan terapi berbasis pangan alami serta mendukung diversifikasi sumber pangan fungsional di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah umbi yakon yang diperoleh dari petani yakon di Wonosobo, Jawa Tengah, Indonesia. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah streptozotocin (Sigma-Aldrich Ireland Ltd), nicotinamide (Merck, Jerman), aquades, etanol (Merck, Jerman), dan strip uji glukosa (Merk Easy Touch GTS: 2477).

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini merupakan percobaan eksperimental dengan pendekatan *randomized pre and post test control group design*, yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap terdiri dari 30 ekor tikus jantan yang

dibagi menjadi 6 kelompok, yaitu 1 kelompok kontrol dan 5 kelompok perlakuan (Tabel 1).

Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan

Cara Pembuatan Tikus Diabeter Melitus Tipe 2 (DMT 2). Tikus model DMT2 disiapkan dengan cara membuat tikus berpuasa selama 1 malam. Induksi tikus dengan nicotinamide 230 mg / kg BB secara intraperitoneal yang dilarutkan dalam normal saline. Didiamkan selama 15 menit. Lanjutkan perlakuan dengan menginjeksikan streptozotisin dosis tunggal sebesar 65 mg / kg BB secara intraperitoneal. Setelah 3 hari pasca induksi, lakukan pengecekan kadar gula darah sewaktu. Tikus dinyatakan hiperglikemia jika kadar glukosa darah sewaktu ≥ 126 mg/dL.

Tikus dipelihara dalam kandang yang terbuat dari stainless steel berukuran panjang 20 cm, lebar 30 cm dan tinggi 17 cm. Ruangan dikondisikan dengan suhu 25-28°C, cahaya diatur 12 jam lampu terang dan 12 jam gelap, dan kelembapan 70-75%.

Cara Pembuatan Tepung Yakon. Umbi yakon yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Wonosobo yang dipanen pada umur 6-8 bulan. Proses pembuatan tepung yakon dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu umbi yakon segar dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran, kemudian dikupas dan dipotong tipis (2-5 mm). Selanjutnya, dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 12 jam. Setelah kering, yakon digiling hingga menjadi tepung dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Tabel 1. Perlakuan yang dicobakan

Kelompok	Jenis tikus	Pakan dan minum	Gliben / kg BB	Yakon / kg BB)
KN	Normal			
K-	Sindrom metabolic	Standar		
K+	Sindrom metabolic	Standar	0,45 mg	
P1	Sindrom metabolic	Standar		0,50 g
P2	Sindrom metabolic	Standar		1,00 g
P3	Sindrom metabolic	Standar		2,00 g

Pengujian Kadar Glukosa Darah.

Pemeriksaan kadar glukosa darah puasa dilakukan sebanyak 2x, yaitu *pre test* (sebelum perlakuan) dan *post test* (hari ke-14 saat diberi perlakuan) menggunakan metode *Enzymatic Colorimetric Methode*. Sebanyak 1000 μ L reagen gula standar dicampurkan dengan 10 μ L serum. Larutan diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit. Pembacaan dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 510 nm.

Pemeriksaan gula darah pada tikus menggunakan darah yang diambil dari sinus orbitalis. Sebelum dilakukan pengambilan darah, tikus diberikan anestesi dengan ketamine dosis 60 mg / kg BB dan dipuasakan selama 12 jam. Setelah selesai perlakuan tikus akan dilakukan *euthanasia* dengan menggunakan ketamine dosis 100 mg / kg BB. Penelitian ini sudah

mendapatkan *Ethical Clearance* dari Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret dengan *Protocol ID*: 33/02/06/HC/2025.

Prosedur Analisis Data

Analisis data menggunakan one way ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95% dan juga *paired t-test* dengan menggunakan aplikasi SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Berat Badan

Rata-rata berat badan tikus pada semua kelompok mengalami perubahan setelah 14 hari perlakuan. Pada kelompok kontrol normal (KN), berat badan meningkat secara signifikan dari $207,00 \pm 3,67$ g menjadi $215,40 \pm 3,91$ g ($p=0,005$). Sebaliknya, kelompok kontrol negatif (K-) mengalami penurunan berat badan dari $223,80 \pm 3,35$ g

menjadi $214,60 \pm 3,85$ g ($p=0,003$). Sementara itu, kelompok perlakuan (K+, P1, P2, dan P3) menunjukkan peningkatan berat badan dengan nilai signifikansi ($p<0,05$) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan Berat Badan setelah Intervensi

Kelompok	Hari ke-0 (mean $\pm$ SD) gram	Hari ke-14 (mean $\pm$ SD) gram	p^a
KN	207,00 $\pm$ 3,67	215,40 $\pm$ 3,91	0,005
K-	223,80 $\pm$ 3,35	214,60 $\pm$ 3,85	0,003
K+	221,40 $\pm$ 3,65	224,20 $\pm$ 3,56	0,001
P1	223,20 $\pm$ 3,56	225,80 $\pm$ 4,60	0,001
P2	222,80 $\pm$ 3,03	226,80 $\pm$ 2,39	0,001
P3	222,00 $\pm$ 1,58	226,20 $\pm$ 1,92	0,035
p^b	0,001	0,001	

Keterangan: p^a : paired *t* test; p^b : Anova. Kode kelompok mengacu pada Tabel 1.

Perubahan Gula Darah

Setelah induksi dan intervensi, kadar gula darah puasa (GDP) menunjukkan perubahan yang signifikan pada kelompok perlakuan. Kelompok kontrol negatif (K-) mengalami kenaikan GDP dari $271,25 \pm 2,68$ mg/dl menjadi $274,60 \pm 2,02$ mg/dl ($p=0,003$). Sebaliknya, kelompok perlakuan P1, P2, dan P3 mengalami penurunan GDP yang bermakna ($p<0,05$), dengan penurunan terbesar pada kelompok P3 dari $267,29 \pm 3,39$ mg/dl menjadi $109,12 \pm 1,52$ mg/dl ($p=0,001$). Data lengkap disajikan pada Tabel 3.

Penelitian ini membuktikan bahwa pemberian tepung yakon pada tikus dengan diabetes melitus yang diinduksi mampu memberikan perbaikan bermakna terhadap kadar glukosa darah puasa serta berat badan. Hasil ini memperkuat dugaan bahwa kandungan bioaktif dalam yakon, terutama fruktooligosakarida (FOS) dan serat larut, berperan dalam menurunkan hiperglikemia dan resistensi insulin. Setelah 14 hari intervensi, terjadi penurunan signifikan kadar glukosa darah pada kelompok perlakuan dengan berbagai dosis tepung yakon, dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif yang justru menunjukkan peningkatan kadar glukosa. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa suplementasi ekstrak yakon mampu

menurunkan kadar glukosa darah secara signifikan melalui peningkatan sensitivitas insulin pada model hewan diabetes (Tumiwa dan Manawan, 2022).

Tabel 3. Perubahan Gula Darah Puasa setelah Intervensi

Kelompok	Hari ke-0 (mean $\pm$ SD) mg/dl	Hari ke-14 (mean $\pm$ SD) mg/dl	p^a
KN	70,41 $\pm$ 0,67	72,26 $\pm$ 1,06	0,001
K-	271,25 $\pm$ 2,68	274,60 $\pm$ 2,02	0,003
K+	270,70 $\pm$ 3,80	118,10 $\pm$ 2,63	0,001
P1	271,32 $\pm$ 271,19	124,53 $\pm$ 2,02	0,001
P2	271,19 $\pm$ 0,88	115,77 $\pm$ 1,35	0,001
P3	267,29 $\pm$ 3,39	109,12 $\pm$ 1,52	0,001
p^b	0,001	0,001	

Keterangan: p^a : paired *t* test; p^b : Anova. Kode kelompok mengacu pada Tabel 1.

Perbaikan kadar glukosa darah pada penelitian ini juga dapat dijelaskan melalui mekanisme modulasi mikrobiota usus oleh FOS yang terkandung dalam yakon. Fermentasi FOS menghasilkan short-chain fatty acids (SCFA), terutama butirat, propionat, dan asetat, yang terbukti dapat meningkatkan metabolisme energi, mengurangi inflamasi sistemik, serta memperbaiki fungsi sel β pancreas (Contreras-Puentes et al., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi FOS dari yakon meningkatkan produksi GLP-1 (*glucagon-like peptide 1*), suatu hormon inkretin yang berperan dalam menstimulasi sekresi insulin dan menurunkan glukoneogenesis. Dengan demikian, efek hipoglikemik tepung yakon dalam penelitian ini kemungkinan besar diperantarai oleh kombinasi peningkatan sekresi insulin, perbaikan sensitivitas insulin, dan modulasi metabolisme glukosa di hati (Widowati et al., 2021).

Selain pengaruh terhadap glukosa darah, pemberian tepung yakon juga berimplikasi pada pengaturan berat badan tikus. Pada kelompok perlakuan, peningkatan berat badan relatif lebih terkendali dibandingkan kelompok kontrol negatif yang mengalami kenaikan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa tepung yakon memiliki

efek protektif terhadap akumulasi lemak tubuh. Mekanisme yang mendasari dapat dikaitkan dengan peran serat larut yang meningkatkan rasa kenyang, memperlambat pengosongan lambung, serta menurunkan asupan energi secara keseluruhan. Studi melaporkan bahwa konsumsi yakon mampu menekan peningkatan berat badan dan massa lemak tubuh pada model hewan dengan diet tinggi lemak melalui peningkatan metabolisme energi dan oksidasi lemak (Dionisio et al., 2020).

Temuan ini memiliki implikasi penting bagi pengembangan pangan fungsional di Indonesia. Dengan meningkatnya prevalensi sindrom metabolik dan diabetes melitus tipe 2, diperlukan alternatif intervensi berbasis pangan lokal yang terjangkau, aman, dan efektif. Yakon dapat menjadi kandidat potensial untuk dikembangkan sebagai tepung atau produk pangan fungsional lainnya karena kandungan serat larut dan prebiotik alaminya. Penelitian ini menegaskan bahwa intervensi sederhana berbasis pangan dapat memberikan dampak signifikan terhadap parameter metabolik utama. Sejalan dengan penelitian da Silva, penggunaan pangan fungsional yang kaya serat larut terbukti mendukung pengendalian glikemik sekaligus menurunkan risiko komplikasi metabolik jangka panjang (da Silva et al., 2024).

Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi nyata terhadap bukti ilmiah mengenai potensi yakon sebagai intervensi nutraseutikal. Namun, meskipun hasil pada model hewan menunjukkan efek positif, penelitian lebih lanjut pada manusia tetap diperlukan untuk mengonfirmasi efektivitas, dosis optimal, serta keamanan konsumsi jangka panjang. Hal ini penting agar hasil penelitian dapat diimplementasikan secara luas dalam praktik klinis maupun program pencegahan penyakit tidak menular berbasis gizi di masyarakat.

Penelitian lebih lanjut sebaiknya diarahkan pada uji hispatologi untuk mengarahkan perubahan struktur jaringan pada organ yang terdampak diabetes seperti hati, pancreas, ginjal dan jaringan adiposa. Pengamatan akan dilakukan pada tikus yang mendapatkan perlakuan tepung yakon, sehingga dapat diketahui apakah yakon berperan dalam memperbaiki kondisi

patologis akibat diabetes. Selain itu, kajian mekanisme molekuler yang lebih mendalam, terutama terkait peran mikrobiota usus dan regulasi metabolisme energi, perlu dilakukan agar pemahaman mengenai mekanisme kerja yakon semakin komprehensif. Pengembangan produk pangan fungsional berbasis yakon juga menjadi langkah penting agar manfaatnya dapat diintegrasikan ke dalam pola makan sehari-hari dan diterapkan secara luas dalam upaya pencegahan penyakit tidak menular di masyarakat.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian tepung yakon berpotensi sebagai intervensi nutraseutikal dalam pengelolaan sindrom metabolik dan diabetes melitus. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk mengeksplorasi efek tepung yakon terhadap parameter metabolik utama telah tercapai, sekaligus memberikan landasan ilmiah bagi pemanfaatan pangan lokal sebagai alternatif pendukung pencegahan dan pengelolaan penyakit tidak menular.

DAFTAR PUSTAKA

- Bezerra, A.P.M., Moreira, A.C.O.M., Dionisio, A.P., Andrade, B.K.M., Oliveira, K.A., Filho, E.G.A., Brito, E.S., Oliveria, A.C., Silva, F.L., Viana, J.D.R., Abreu, F.A.P., Carioca, A.A.F., 2025. 1H NMR-based metabolomic study of the effects of yacon syrup supplementation on high-fat diet in rats. *International Journal of Food Science and Technology* 60(1), vvaf078. <https://doi.org/10.1093/ijfood/vvaf078>.
- Contreras-Puentes, N., Alvi z-Amador, A., 2021. Hypoglycaemic Property of Yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. and Endl.) H. Robinson): A Review. *Pharmacognosy Reviews* 14(27), 37–44. <https://doi.org/10.5530/phrev.2020.14.7>.
- da Silva, I.F., Bragante, W.R., Junior, R.C.M., Laurindo, L.F., Guiguer, E.L., Araújo, A.C., Fiorini, A.M.R., Nicolau, C.C.T., Oshiwa, M., de Lima, E.P., Barbalho, S.M., Silva, L.R., 2024. Effects of

- Smallanthus sonchifolius* Flour on Metabolic Parameters: A Systematic Review. *Pharmaceuticals* 17(5), 658. <https://doi.org/10.3390/ph17050658>.
- Dionísio, A.P., Silva, M.D.G., Carioca, A.A.F., Adriano, L.S., Abreu, F.A.P., Wurlitzer, N.J., Pinto, C.O., Pontes, D.F., 2020. Effect of yacon syrup on blood lipid, glucose and metabolic endotoxemia in healthy subjects: A randomized, double-blind, placebo-controlled pilot trial. *Food Science and Technology (Brazil)* 40(1), 194–201. <https://doi.org/10.1590/fst.38218>.
- Grancieri, M., Viana, M.L., Oliveria, D.F., Tostes, M.G.V., Ignacchiti, M.D.C., Costa, A.G.V., Costa, N.M.B., 2023. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour reduces inflammation and had no effects on oxidative stress and endotoxemia in wistar rats with induced colorectal carcinogenesis. *Nutrients* 15(14), 3281. <https://doi.org/10.3390/nu15143281>.
- IDF, 2021. IDF Diabetes Atlas 10th edition. www.diabetesatlas.org.
- Mariana, E.R., Sajidah, A., Cahyono, J.A., 2025. Kendalikan Gula Darah Dengan Pola Makan: Panduan Praktis Untuk Pasien Diabetes. Penerbit Sahabat Alam Raflessia, Bengkulu – Yogyakarta.
- Nilghaz, M., Sheikhsossein, F., Samarin, M.M., Amini, M.R., Elahikhah, M., Jalalzadeh, M., Khakbaz, M., Lohrasbi, N., Etesamnia, S., Torkizadeh, F., Hekmatdoost, A., 2025. The effect of yacon consumption on glycemic control and lipid profiles: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism* 8(6), e70121. <https://doi.org/10.1002/edm2.70121>.
- Nurmawati, T., Sari, Y.K., Ningtyas, F.A., 2021. Antidiabetes serbuk umbi tanaman yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pada kadar gula darah tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)* 7(1), 56–62. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v7i1.393>.
- Pereira, M.F., Soares, I.C., Cabral, M.M., Freitas, P.A., Sousa, G.M.A., Magalhaes, S.C., Oliveira, A.C., Pereira, R.F., Oliveira, K.A., 2025. Impacts of yacon syrup (*Smallanthus sonchifolius*) on human health: A systematic review of scientific evidence from the last decade. *Nutrients* 17(5), 888. <https://doi.org/10.3390/nu17050888>.
- Purwandari, C.A.A., Wirjatmadi, B., Mahmudiono, T., 2022. Faktor risiko terjadinya komplikasi kronis diabetes melitus tipe 2 pada pra lansia. *Amerta Nutrition* 6(3), 262–271. <https://doi.org/10.20473/amnt.v6i3.2022.262>.
- Tumiwa, N.N.G., Manawan, F., 2022. Aktivitas antidiabetes fraksi-fraksi ekstrak daun yacon (*smallanthus sonchifolius*) dan ekspresi protein GLUT-4 jaringan otot soleus pada tikus resistensi insulin. *Prosiding Seminar Nasional Kefarmasian Program Studi Farmasi FMIPA Universitas Sam Ratulangi* 1(1), 30 – 38. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/semnasfarmasi22/article/view/46573>.
- Widowati, W., Tjokropranoto, R., Wahyudianingsih, R., Tih, F., Sadeli, L., Kusuma, H.S.W., Fuad, N.A., Girsang, E., Agatha, F.A., 2021. Antidiabetic potential yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.) leaf extract via antioxidant activities, inhibition of α -glucosidase, α -amylase, G-6-Pase by in vitro assay. *Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences* 10(2), 247–255. https://doi.org/10.4103/jrptps.JRPTPS_3_21.

PEMANFAATAN BUBUR KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) SEBAGAI PENSUBSTITUSI TEPUNG BERAS KETAN DALAM PEMBUATAN DODOL

*Utilization of Red Dragon Fruit Skin Pulp (*Hylocereus polyrhizus*) as a Substitute for Glutinous Rice Flour in Making Dodol.*

Zauhar Alhafiz*, Hadi Suprpto

*Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Jl. Belengkong
Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75119*

**) Penulis korespondensi: zauhar.hafiz@gmail.com*

Submisi: 19.12.2024; Penerimaan: 3.3.2025; Dipublikasikan: 31.12.2025

ABSTRAK

Buah naga sering dimanfaatkan dagingnya, sedangkan kulitnya dibuang dan jarang dimanfaatkan. Kulit buah naga masih memiliki beberapa senyawa gizi bermanfaat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan bubur kulit buah naga merah pada pengolahan dodol ketan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan perbandingan tepung ketan (S) dan kulit buah naga merah (N) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 kali ulangan, sehingga didapatkan 20 unit percobaan. Lima perlakuan tersebut yaitu tanpa buah naga (0%), 15% N, 20% N, 25% N, dan 30% N. Hasil penelitian menunjukkan perbandingan tepung ketan dan kulit buah naga berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, kadar asam lemak bebas, kadar serat kasar, kadar gula total, aktivitas IC₅₀, penilaian organoleptik deskriptif (warna, aroma, rasa dan tekstur) dan penilaian organoleptik mutu hedonik. Hasil terbaik diperoleh dari perlakuan 30% N yang menghasilkan dodol dengan kadar air 15,68%, kadar abu 1,22%, kadar asam lemak bebas 0,05%, kadar serat kasar 3,17%, kadar gula total 10,66%, dan nilai IC₅₀ antioksidan 143,31 ppm. Hasil penilaian organoleptik kesukaan secara keseluruhan terhadap dodol yang dihasilkan adalah suka, dengan karakteristik mutu hedonik berwarna agak coklat, beraroma agak harum khas kulit buah naga, berasa manis, dan bertekstur kenyal.

Kata kunci : Dodol, tepung ketan, dan kulit buah naga.

ABSTRACT

Dragon fruit skin contains beneficial nutritional compounds but is often discarded while only the flesh is used. This study determined the effect of red dragon fruit skin pulp addition in glutinous rice dodol processing. The experimental design used a Completely Randomized Design (CRD) comparing glutinous rice flour (S) and red dragon fruit skin (N) with 5 treatments and 4 replications, yielding 20 experimental units. The treatments were without N (0%), 15% N, 20% N, 25% N, and 30% N. Results showed the ratio significantly affected water content, ash content, free fatty acid content, crude fiber content, total sugar content, IC₅₀ antioxidant activity, descriptive organoleptic assessment (color, aroma, taste and texture) and organoleptic hedonic quality. The best treatment formulation was 30% N, which resulted dodol having water content of 15.68%, ash content of 1.22%, free fatty acid content of 0.05%, crude fiber content of 3.17%, total sugar content of 10.66%, and antioxidant activity IC₅₀ of 143.31 ppm. The descriptive organoleptic assessment showed that the overall performance preference was like, with quality hedonic characteristics of slightly brown color, mild banana peel aroma, sweet taste, and chewy texture.

Keyword: Dodol, glutinous rice flour, and dragon fruit skin.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang beriklim tropis sehingga berbagai

macam tanaman dapat tumbuh dan berkembang. Beberapa tanaman tersebut, selain untuk kebutuhan dalam negeri ada juga

yang berhasil menembus pasaran luar negeri, di antaranya adalah buah naga. Kegiatan budidaya tanaman buah naga sangat menguntungkan secara ekonomi karena prospek buah naga di pasar domestik cukup baik. Hal ini tentunya menguntungkan bagi petani dan mampu mengurangi impor buah (Fatima, 2022).

Buah naga sering kali hanya dimanfaatkan dagingnya, sedangkan kulitnya dibuang dan jarang dimanfaatkan. Kulit buah naga sebenarnya masih memiliki beberapa senyawa gizi yang bermanfaat. Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa kulit buah naga mengandung antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas lebih banyak dibandingkan dengan daging buah naga. Selain itu, kulit buahnya mengandung pigmen antosianin yang dapat memberi warna menarik pada produk yang diolah menggunakan kulit buah naga (Aiyuni et al., 2017).

Dodol merupakan produk olahan pertanian yang termasuk dalam kategori pangan semi basah. Umumnya, dodol digunakan sebagai makanan ringan atau camilan. Dari segi bahan bakunya, dodol dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yakni dodol yang dibuat dari tepung-tepungan dan dodol yang menggunakan buah-buahan (Julfan et al., 2016). Dodol merupakan makanan manis yang menjadi ciri khas Indonesia yang umumnya dibuat dari campuran santan kelapa, tepung ketan, gula pasir, gula merah, dan garam. Selain itu, dodol juga dapat diperkaya dengan bahan tambahan untuk menciptakan variasi cita rasa. Dodol digunakan karena merupakan warisan budaya yang memiliki historis dalam berbagai tradisi masyarakat Indonesia seperti perayaan hari besar dan upacara adat. Selain itu daya tarik konsumen terhadap produk dodol khususnya di Kalimantan Timur cukup rendah sehingga perlu dilakukan inovasi agar meningkatkan daya tarik dan nilai jual dodol. Inovasi yang dilakukan salah satunya dengan memberikan tampilan yang lebih menarik dengan menambahkan bubuk kulit buah naga merah sebagai pewarna alami dan penambahan bubuk kulit buah naga merah juga akan meningkatkan kandungan antioksidan pada dodol.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah produk yang dapat memaksimalkan penggunaan kulit buah naga sebagai limbah yang biasa dibuang. Penelitian ini juga perlu dikembangkan karena sebagai inovasi baru yang dibuktikan dengan analisis karakteristik kimia pada produk dodol berupa analisis kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar serat dan kadar sukrosa untuk Mengetahui persentase kulit buah naga merah yang terbaik pada pembuatan dodol untuk meningkatkan kualitas produk dodol yang dihasilkan dan agar dapat sesuai dengan standar nasional Indonesia tentang dodol serta dilakukan uji penerimaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan dodol adalah buah naga yang diperoleh dari pasar Segiri Samarinda, tepung ketan (Rose brand), gula pasir, santan murni, dan air. Bahan yang digunakan untuk analisis kimia adalah HCl, KI (kalium iodida), H_2SO_4 (asam sulfat), $Na_2S_2O_3$ (natrium thiosulfat), alkohol 95%, larutan DPPH, larutan Luff Schoorl, NaOH, dan akuades yang diperoleh dari Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan, blender, gelas ukur, kompor, wajan, baskom, nampan, sendok, saringan, pengaduk, pisau, plastik, dan tisu. Alat-alat yang digunakan dalam analisis kimia yaitu neraca analitik, tanur, oven, desikator, hot plate, water bath, cawan porselin, colorimeter, buret, pipet tetes, aluminium foil, penjepit, sarung tangan, kertas saring, dan alat gelas.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian pembuatan dodol kulit buah naga merah ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan perbandingan tepung ketan (S) dan kulit buah naga merah (N) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 kali ulangan, sehingga didapatkan 20 kali unit percobaan. Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, kadar asam lemak bebas,

antioksidan, warna,, kadar serat, kadar gula dan penilaian organoleptik secara deskriptif dan hedonik yang meliputi warna, aroma, rasa, tekstur serta penilaian kesukaan secara keseluruhan terhadap dodol yang dihasilkan. Formulasi penelitian yaitu perbandingan tepung ketan dan bubur kulit buah naga yaitu (100% : 0% = 90 g : 0 g), (85% : 15% = 76 g : 14 g), (80% : 20% = 72 g : 18 g), (75% : 25% = 67 g : 23 g) dan (70% : 30% = 63 g : 27 g). Pada percobaan ini tepung dan campuran buah naga yang digunakan adalah total 90 g. Secara rinci, jumlah tepung beras ketan dan bubur buah naga yang diperlukan untuk setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula substitusi bubur kulit buah naga terhadap tepung beras ketan

Rasio S dan N (% S : % N)	Tepung beras ketan (S) (g)	Bubur kulit buah naga (N) (g)
100:0	90	
85:15	76	14
80:20	72	18
75:25	67	23
70:30	63	27

Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pembuatan dodol (Julfan et al., 2016). Kulit buah naga dikupas dan dipisah dengan buahnya lalu dipotong bagian kerasnya dan dicuci sampai bersih selanjutnya diiris kecil-kecil 5 cm untuk mempermudah proses penghancuran. Kulit buah naga dihaluskan dengan blender, kemudian ditaruh di dalam mangkok. Santan kelapa kental 240 mL

direbus, Santan kelapa yang sudah direbus 240 mL diambil sebanyak 40 mL lalu digabungkan dengan bubur kulit buah naga, dan tepung ketan sesuai perlakuan, gula 117 g, dan 1 g garam diaduk hingga homogen dalam wadah terpisah. Adonan santan kelapa, bubur kulit buah naga, tepung ketan, gula pasir, dan garam dimasukkan sedikit demi sedikit dan disaring ke dalam santan kelapa dan dimasak sambil diaduk sampai kalis. Dodol yang telah kalis diangkat, dituang dalam wadah, ditekan dengan contong agar tekstur rata, dibiarkan dingin 30 – 60 menit. Dodol yang telah dingin dipotong dan dipindah ke wadah plastik yang sudah disiapkan.

Pengujian Sifat Sensoris

Uji hedonik dan uji mutu hedonik dilakukan oleh 30 orang panelis di Laboratorium Pengolahan dan Pengawasan Mutu Hasil Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman pada pukul 09.00 – 15.00 WITA. Uji hedonik dan mutu hedonik dilakukan pada 5 sampel berbeda dengan parameter warna, aroma, rasa, tekstur dan ketampakan secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

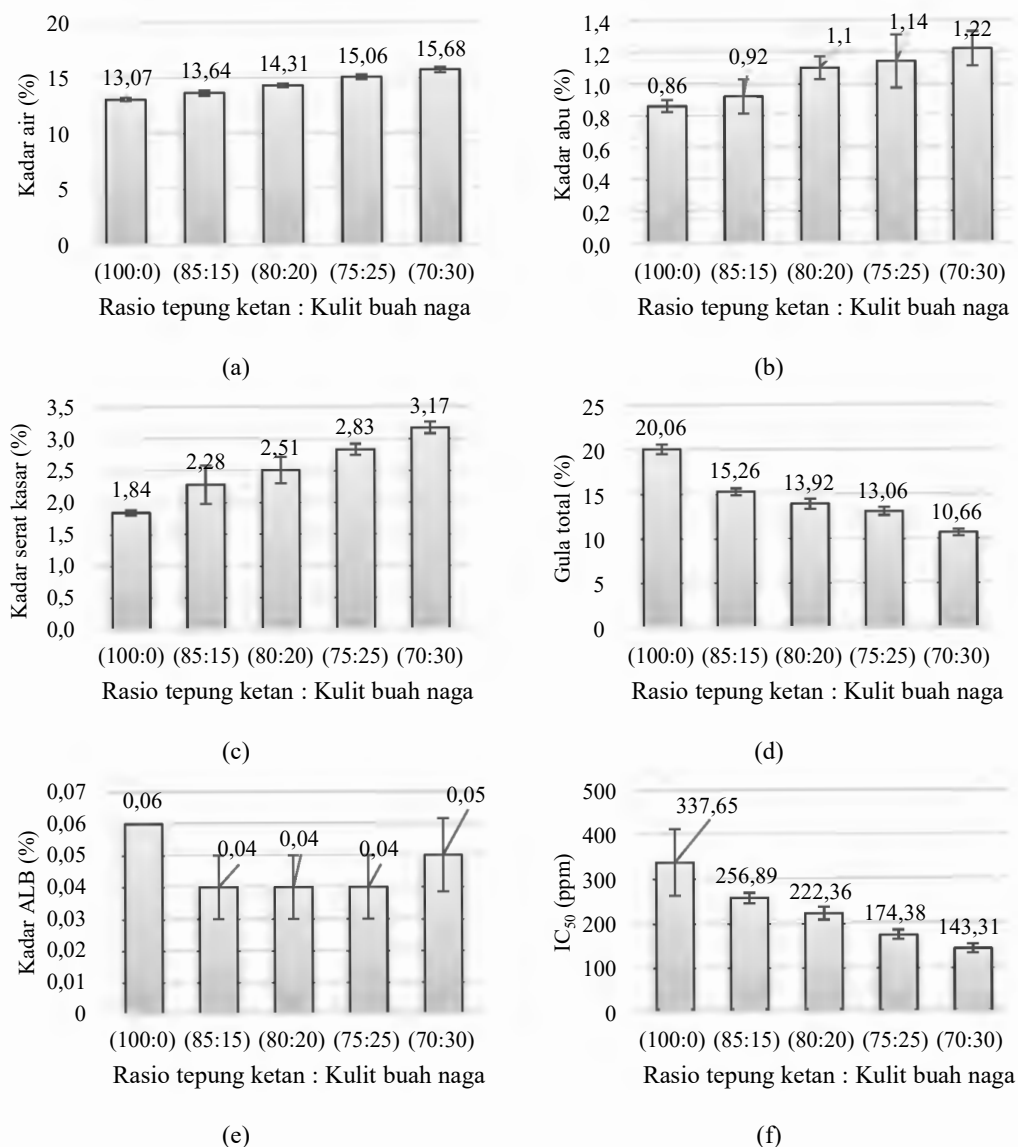
Sifat Kimia

Kadar substitusi bubur kulit buah naga terhadap tepung ketan dalam dodol memberikan pengaruh nyata terhadap hasil kadar air, kadar abu, kadar serat, kadar gula, dan aktivitas IC_{50} , tetapi tidak untuk kadar asam lemak bebas (Tabel 2.). Untuk memudahkan mempelajari tren dari pengaruh substitusi bubur buah naga tersebut data sifat kimia dodol disajikan pula dalam bentuk grafik (Gambar 1.).

Tabel 2. Sifat Kimia Dodol

Kadar bubur kulit buah naga (%)	Air (%)	Abu (%)	Serat (%)	Gula (%)	ALB	Antioksidan
0	13,07±0,13a	0,86±0,03a	1,84±0,04a	20,06±0,58e	0,06±0,00	337,65±75,57e
15	13,64±0,22b	0,92±0,10ab	2,28±0,30b	15,26±0,37d	0,04±0,01	256,89±11,67cd
20	14,31±0,17c	1,10±0,07c	2,51±0,20bc	13,92±0,58c	0,04±0,01	222,36±14,57bc
25	15,06±0,23d	1,14±0,16cd	2,83±0,08d	13,06±0,44b	0,04±0,01	174,38±10,23ab
30	15,68±0,24e	1,22±0,10de	3,17±0,09e	10,66±0,37a	0,05±0,01	143,31±10,02a

Keterangan : Data diperoleh dari 5 ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Pada kolom yang sama, data yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Dunn, $p < 0,05$)



Gambar 1. Pengaruh substitusi kulit buah naga terhadap profil sifat kimia dodol

Kadar Air

Kadar air merupakan karakteristik penting dalam bahan pangan karena berpengaruh pada tekstur, penampilan, dan cita rasa. Dalam SNI, kadar air juga menjadi parameter mutu penting untuk dodol, karena sebagai pangan semi-basah, kadar air memengaruhi masa simpan (Prayoga et al., 2023). Semakin tinggi kadar air dalam dodol, kualitasnya akan menurun, karena dodol tersebut akan menjadi lembek dan memudahkan bakteri, jamur, serta mikroba lain berkembang biak, yang pada akhirnya akan mempengaruhi produk dodol.

Sebaliknya, kadar air yang terlalu rendah juga tidak baik, karena akan membuat dodol menjadi keras. Kadar air tertinggi terdapat pada sampel dodol dengan substitusi bubur kulit buah naga 30% dan kadar air terendah pada sampel dodol tanpa penambahan kulit buah naga (Gambar 1.).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat substitusi penambahan kulit buah naga dan pengurangan tepung ketan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air dodol. Hal tersebut disebabkan karena kulit buah naga memiliki kandungan air yang cukup tinggi. Kadar air dodol juga

dipengaruhi oleh serat yang terdapat dalam kulit buah naga karena serat memiliki daya serap yang tinggi, semakin tinggi kadar serat yang dihasilkan makin tinggi juga kadar air yang dihasilkan (Kelmaskosu et al., 2015).

Kadar Abu

Uji kadar abu adalah parameter yang menunjukkan jumlah zat anorganik yang tersisa setelah pembakaran bahan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kualitas proses pengolahan, jenis bahan yang digunakan, dan sebagai indikator nilai gizi bahan pangan. Semakin tinggi kadar abu pada bahan pangan, semakin rendah kualitas bahan tersebut. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan kulit buah naga dan tepung ketan dalam pembuatan dodol memberikan pengaruh nyata terhadap kadar abu (Abulais et al., 2022).

Semakin tinggi penambahan kulit buah naga merah menyebabkan kadar abu dodol semakin meningkat (Gambar 1.). Hal ini disebabkan karena tingginya kadar abu pada kulit buah naga merah, sehingga semakin banyak persentase penambahan kulit buah naga merah yang ditambahkan maka kadar abu dodol semakin meningkat (Rista et al., 2018). Kadar abu kulit buah naga merah cukup tinggi yaitu kulit buah naga memiliki kadar abu berkisar antara 16-21% dan kandungan mineral berupa kalsium sebesar $1,82 \pm 0,10\%$ serta fosfor berkisar $0,00208 \pm 0,00014\%$ (Daniel, 2014). Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan substitusi 30% kulit buah naga, yaitu 1,22% sedangkan kadar abu terendah terdapat pada perlakuan tanpa substitusi kulit buah naga yaitu 0,86%. Penambahan kulit buah naga membuat kadar abu yang dihasilkan semakin meningkat. Hal tersebut sependapat dengan penelitian Julfan et al. (2016), tentang pemanfaatan kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* Linn) dalam pembuatan dodol. Dalam penelitian tersebut kadar abu dengan penambahan kulit pisang juga menyebabkan kadar abu dari dodol meningkat.

Kadar Serat Kasar

Serat adalah komponen non-gizi yang ditemukan dalam bahan pangan hasil pertanian. Terdapat dua jenis serat, yaitu serat makanan (*dietary fiber*) dan serat kasar (*crude fiber*). Fungsi utama serat dalam makanan

adalah kemampuannya untuk mengikat air, selulosa, dan pektin. Kehadiran serat ini membantu mempercepat proses pembuangan sisa makanan melalui saluran pencernaan (Rista et al., 2018). Serat kasar merupakan bagian dari makanan yang tidak dapat dipecah oleh zat kimia, asam kuat, atau basa kuat, seperti asam sulfat dan natrium hidroksida, yang digunakan untuk mengukur kadar serat. Serat kasar memiliki peran penting dalam menilai kualitas bahan pangan, karena nilainya menjadi indikator dan menentukan kandungan gizi suatu makanan. Serat makanan hanya terdapat pada bahan pangan nabati, dengan kadarnya yang berbeda-beda tergantung jenisnya (Daniel, 2014).

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan kulit buah naga merah dan tepung ketan dalam pembuatan dodol memberikan pengaruh nyata terhadap kadar serat kasar. Kadar serat tertinggi pada dodol diperoleh pada perlakuan S5N5 dengan penambahan 30% kulit buah naga merah, yaitu sebesar 3,17%, sedangkan kadar serat terendah terdapat pada perlakuan tanpa substitusi kulit buah naga, yakni sebesar 1,84%.

Kadar serat meningkat seiring dengan semakin banyak penambahan kulit buah naga merah yang ditambahkan (Gambar 1.). Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan serat pada kulit buah naga merah, sehingga mampu meningkatkan kadar serat dodol. Kandungan serat pangan dalam kulit buah naga merah sendiri sekitar 46,7% (Julianti et al., 2018). Kadar serat yang rendah pada dodol disebabkan oleh pencampuran semua bahan pada pembuatan dodol dengan substitusi kulit buah naga merah, di mana penggunaan kulit buah naga hanya mencapai 27 g pada perlakuan terbaik. Dengan demikian, penggunaan kulit buah naga merah tersebut kurang dari setengahnya.

Kadar Gula Total

Gula total merupakan pada jumlah keseluruhan kandungan gula dalam suatu bahan pangan, yang mencakup gula pereduksi, gula non-pereduksi, serta berbagai jenis karbohidrat sederhana seperti monosakarida, disakarida (Yahia et al., 2019).

Berdasarkan pengamatan pada Gambar 1., terlihat bahwa kadar gula total

dodol berbeda nyata untuk masing-masing perlakuan. kadar gula total tertinggi ada pada perlakuan tanpa substitusi bubur kulit buah naga, yaitu 20,06 % dan kadar gula total terendah pada perlakuan substitusi bubur kulit buah naga 30%, yaitu 10,66 %. Menunjukkan kadar gula total yang cenderung menurun seiring dengan bertambahnya persentase kulit buah naga. Hal tersebut disebabkan di dalam tepung ketan banyak mengandung karbohidrat dibandingkan dengan kulit buah naga. Tepung ketan mengandung karbohidrat sebesar 80%, sementara kulit buah naga mengandung karbohidrat sebesar 11,5% (Palupi et al., 2021).

Kadar Asam Lemak Bebas

Tingginya kadar FFA menunjukkan kualitas produk yang buruk. Peningkatan jumlah asam lemak bebas menandakan terjadinya proses ketengikan pada bahan pangan. Kerusakan utama pada lemak adalah munculnya bau dan rasa tengik, yang disebabkan oleh sifat lemak yang mudah menyerap bau. Ketengikan ini dapat disebabkan oleh reaksi hidrolisis atau oksidasi (Noor, 2018).

Kadar asam lemak bebas (ALB) dalam dodol dapat menjadi salah satu indikator kualitas produk. Tingginya kadar ALB biasanya ditunjukkan melalui nilai angka asam. Jika nilai angka asam tinggi, maka kadar asam lemak bebas dalam dodol juga meningkat, yang dapat menurunkan kualitas dodol tersebut. Hasil pada menunjukkan penambahan kulit buah naga tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar asam lemak bebas dodol disebabkan penggunaan santan pada dodol tidak menggunakan konsentrasi berbeda. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1. ALB pada dodol berasal dari santan kelapa, pada penelitian Edward, (2014) yang meneliti karakteristik santan salah satunya asam lemak bebas dan didapatkan hasil dari ALB pada santan berkisar 0,62%-0,68%. Santan digunakan dalam pembuatan dodol dimaksudkan untuk memberikan rasa lezat dan gurih pada produk yang disebabkan oleh kandungan lemak yang cukup tinggi pada santan.

Aktivitas Antioksidan (IC_{50})

Uji aktivitas antioksidan merupakan uji yang dilakukan untuk mendeteksi suatu

senyawa antioksidan pada suatu sampel. Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH, yang merupakan salah satu metode paling umum digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan. DPPH adalah radikal bebas yang stabil pada suhu ruang. Interaksi antioksidan dengan DPPH baik secara transfer elektron atau radikal hidrogen pada DPPH akan menetralkan karakter radikal bebas dari DPPH (Suteja et al., 2022).

Pengaruh penambahan kulit buah naga dan pengurangan tepung ketan berpengaruh nyata terhadap aktivitas IC_{50} dapat dilihat pada gambar 10 bahwa perlakuan S5N5 memiliki aktivitas antioksidan tertinggi sebesar 143,31 dan aktivitas IC_{50} terendah pada S1N1 dengan 337,65 lama pemanasan akan mempengaruhi aktivitas IC_{50} . Dalam 1 mg/mL kulit buah naga merah memiliki aktivitas antioksidan sebesar $83,48\% \pm 1,02\%$ dengan IC_{50} sebesar 0,30 mg/mL (Thomas et al., 2024). menunjukkan bahwa IC_{50} menurun seiring dengan semakin banyak bubur kulit buah naga merah yang ditambahkan. Hal ini disebabkan oleh tingginya aktivitas antioksidan pada kulit buah naga merah, sehingga mampu menurunkan IC_{50} pada dodol. IC_{50} yang semakin menurun pada dodol menandakan semakin kuat aktivitas antioksidan yang terdapat pada dodol. Tingginya aktivitas antioksidan disebabkan oleh penambahan bubur kulit buah naga merah pada pembuatan dodol di mana penggunaan bubur kulit buah naga merah tertinggi yang digunakan mencapai 27 gram pada perlakuan terbaik (Lestari, 2015).

Sifat Fisik (Warna)

Warna memainkan peran yang sangat penting dalam menentukan kualitas suatu produk. Selain itu, warna juga mengandung berbagai makna, seperti berfungsi sebagai indikator kesegaran atau kematangan, tanda kerusakan, serta mencerminkan kualitas proses pengolahan (Irawan et al., 2017). Analisis warna (Tabel 3.) pada penelitian ini bertujuan untuk menyatakan perbedaan warna pada dodol dengan perlakuan yang berbeda. Analisis warna pada penelitian ini di artikan dengan menggunakan simbol notasi L^* (kecerahan), a^* (kemarahan) dan b^* (kekuningan).

Tabel 3. Sifat Fisik dan persepsi warna dodol substitusi kulit buah naga

Rasio S dan N (% S : % N)	L	a	b	Warna	ΔE	stdv	Persepsi warna
100:0	52,96 $\pm$ 1,71e	3,08 $\pm$ 0,31	11,8 $\pm$ 0,14		2,73	1,99	Sekilas terlihat
85:15	48,23 $\pm$ 1,30bc	1,3 $\pm$ 0,98	10,87 $\pm$ 0,50		2,35	2,84	Sekilas terlihat
80:20	47,89 $\pm$ 2,52a	3,38 $\pm$ 2,22	11,03 $\pm$ 0,76		1,65	3,60	Tidak terlihat melalui pengamatan dekat
75:25	48,26 $\pm$ 2,22cd	5,55 $\pm$ 2,80	11,32 $\pm$ 2,14		1,84	3,63	Tidak terlihat melalui pengamatan dekat
70:30	48,08 $\pm$ 3,13ab	5,44 $\pm$ 3,80	10,92 $\pm$ 3,07		0,83	0,15	Tidak terlihat oleh mata manusia

Keterangan : S = tepung beras ketan, N = kulit buah naga. Data diolah dari xx. Data dianalisis dengan ANOVA. Data (L a b) pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata (Uji Dunn, $p < 0,05$)

Hasil perhitungan dengan rumus persepsi warna didapatkan nilai ΔE dua perlakuan dengan nilai (2-3) yang berarti perbandingan antar sampel memiliki persepsi warna (sekilas terlihat), sedangkan dua di antaranya memiliki nilai perbandingan (1-2) yang berarti perbandingan antar sampel memiliki persepsi warna (Tidak terlihat melalui pengamatan dekat), dan satu dengan perbandingan (>1) yang berarti (Tidak terlihat oleh mata manusia). Berdasarkan hasil analisis data uji warna (tabel 2.) menunjukkan hasil dari perlakuan pertama sampai kelima memiliki nilai yang tidak signifikan hal ini disebabkan zat warna pada kulit buah naga tidak tahan terhadap panas pada saat

pengolahan dodol sehingga warna yang dihasilkan kurang maksimal. Kadar warna yang ditemukan pada penelitian ini memiliki nilai L^* (kecerahan) 47,89-52,96; a^* (kemerahan) 1,3-5,55; dan b^* (kekuningan) 10,87-11,32.

Sifat Sensoris

Substitusi bubur kulit buah naga terhadap tepung ketan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap sifat sensoris hedonik untuk warna dan tekstur, sedangkan terhadap sifat mutu hedoniknya hanya untuk warna (Tabel 4.).

Tabel 4. Pengaruh substitusi kulit buah naga dan tepung ketan terhadap sifat sensoris hedonik dan mutu hedonik dodol

Rasio S dan N (% S : % N)	Hedonik				Mutu Hedonik			
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
100:0	4 $\pm$ 0,70e	4 $\pm$ 0,92	4 $\pm$ 1,08	4 $\pm$ 1,22e	5 $\pm$ 0,67e	3 $\pm$ 1,05	4 $\pm$ 0,58	3 $\pm$ 1,25
85:15	2 $\pm$ 0,95a	3 $\pm$ 0,68	4 $\pm$ 0,76	3 $\pm$ 0,96b	2 $\pm$ 1,30b	3 $\pm$ 0,70	4 $\pm$ 0,57	3 $\pm$ 1,01
80:20	3 $\pm$ 0,87b	3 $\pm$ 0,89	4 $\pm$ 0,79	3 $\pm$ 0,99a	3 $\pm$ 1,16d	3 $\pm$ 0,74	4 $\pm$ 0,68	3 $\pm$ 1,03
75:25	4 $\pm$ 1,25cd	4 $\pm$ 0,90	4 $\pm$ 1,01	3 $\pm$ 0,76c	2 $\pm$ 0,74a	3 $\pm$ 0,86	4 $\pm$ 0,70	3 $\pm$ 1,12
70:30	4 $\pm$ 1,07bc	4 $\pm$ 1,00	4 $\pm$ 0,72	3 $\pm$ 0,95ab	2 $\pm$ 0,76c	3 $\pm$ 0,82	4 $\pm$ 0,77	3 $\pm$ 1,19

Keterangan : S = tepung ketan, N = kulit buah naga. Data diperoleh dari 150 data respons sensoris. Data dianalisis dengan ANOVA. Data pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata (Uji Dunn, $p < 0,05$).

Warna

Hasil uji hedonik terhadap indikator warna menunjukkan bahwa nilai rata-rata

tertinggi terdapat pada 3 perlakuan yaitu perlakuan tanpa menggunakan penambahan kulit buah naga merah, perlakuan 75% : 25%

dan perlakuan 70% : 30% dengan nilai 4 (suka), sedangkan penilaian rata-rata terendah terdapat pada perlakuan dengan penambahan 15% kulit buah naga dengan nilai 2 (kurang suka) (Tabel 4.). Hasil uji dunn menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata ($p<0,05$) dari perbedaan penambahan kulit buah naga pada dodol.

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik terhadap indikator warna (Tabel 4.) menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol tanpa menggunakan penambahan kulit buah naga dengan nilai 5 (Cokelat), sedangkan pada penilaian rata-rata terendah terdapat pada 3 perlakuan dengan penambahan 15%, 25%, dan 30% kulit buah naga dengan nilai 2 (Merah muda). Hasil uji dunn menunjukkan bahwa adanya pengaruh nyata ($p<0,05$) dari perlakuan penambahan kulit buah naga pada dodol. Hal ini dikarenakan bahwa kulit buah naga mengandung antosianin (warna merah) antosianin merupakan zat warna yang berperan memberikan warna merah, sehingga semakin merah warna kulit buah naga semakin tinggi kadar antosianinnya begitu juga sebaliknya kulit buah naga merah memiliki antosianin sebesar $0,56\pm0,43$ ppm sehingga membuat warna dodol semakin cerah. pengaruh panelis terhadap penilaian warna (Daniel, 2014).

Aroma

Hasil uji hedonik aroma berdasarkan (Tabel 4.), menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol tanpa penambahan kulit buah naga dengan nilai 4 (suka), sedangkan penilaian rata-rata terendah terdapat pada perlakuan dengan penambahan 15% dan 20% kulit buah naga dengan nilai 3 (netral). Hasil uji Dunn menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata ($p<0,05$) dari perbedaan penambahan kulit buah naga pada dodol.

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik terhadap aroma. (Tabel 4.) menunjukkan bahwa nilai rata-rata dodol semua perlakuan yaitu 100% : 0%, 85% : 15%, 80% : 20%, 75% : 25% dan 70% : 30% penambahan kulit buah naga mendapat nilai 3 (Beraroma sedang dodol), Hasil uji dunn menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata ($p<0,05$) dari perbedaan penambahan kulit buah naga pada

dodol. Penambahan kulit buah naga yang digunakan dalam pembuatan dodol tidak terlalu besar sehingga didapatkan aroma yang tidak beda jauh dan aroma pada kulit buah naga juga tidak memiliki aroma khas. hal ini dikarenakan dalam pembuatan dodol banyak komponen yang tercampur seperti tepung ketan yang dapat mengurangi aroma dodol yang tidak terlalu kuat (Lukito, 2017).

Rasa

Hasil uji hedonik rasa berdasarkan (Tabel 4.) menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada semua perlakuan yaitu 100% : 0%, 85% : 15%, 80% : 20%, 75% : 25% dan 70% : 30% penambahan bubur kulit buah naga dengan mendapat nilai 4 (suka). Hasil uji Dunn menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata ($p<0,05$) dari perbedaan penambahan bubur kulit buah naga pada dodol.

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik terhadap indikator rasa pada (Tabel 4.) menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada semua perlakuan yaitu 100% : 0%, 85% : 15%, 80% : 20%, 75% : 25% dan 70% : 30% penambahan bubur kulit buah naga dengan mendapat nilai 3,53 (Manis). Hasil uji dunnett's menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata ($p<0,05$) dari perbedaan penambahan bubur kulit buah naga merah pada dodol. Hasil uji sensoris rasa terhadap dodol dipengaruhi adanya penambahan bubur kulit buah naga merah. Panelis cenderung lebih menyukai dodol tanpa penambahan bubur kulit buah naga merah. Semakin bertambahnya konsentrasi bubur kulit buah naga merah pada dodol dapat menyebabkan penerimaan panelis terhadap rasa dodol cenderung menurun, karena dengan adanya penambahan kulit buah naga sangat mempengaruhi rasa dodol (Lukito, 2017).

Tekstur

Hasil uji hedonik tekstur berdasarkan (Tabel 4.) menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol tanpa penambahan bubur kulit buah naga dengan nilai 4 (suka), sedangkan pada penilaian rata-rata terendah terdapat pada 4 perlakuan lainnya yaitu dengan penambahan 15%, 20%, 25% dan 30% bubur kulit buah naga dengan nilai 3 (netral). Hasil uji Dunn

menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$) dari perbedaan penambahan bubur kulit buah naga pada dodol.

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik terhadap tekstur (Tabel 4.) menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan 100% : 0%, 85% : 15%, 80% : 20%, 75% : 25% dan 70% : 30% penambahan bubur kulit buah naga dengan mendapat nilai 3 (Cukup kenyal). Hasil uji dunnett's menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$) dari perbedaan penambahan bubur kulit buah naga pada dodol. Kandungan amilopektin pada kulit buah naga yang rendah berpengaruh terhadap penurunan tekstur dodol dengan semakin banyaknya bubur kulit buah naga yang digunakan dalam pembuatan dodol. Di samping itu, menurunnya elastisitas tekstur dodol juga disebabkan oleh tingginya kadar air kulit buah naga merah.

KESIMPULAN

Penambahan kulit buah naga dengan perlakuan berbeda berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, serat kasar, gula total, kadar ALB, aktivitas IC_{50} , warna, uji sensoris. Formulasi 70% tepung beras ketan : 30% bubur kulit buah naga merah menghasilkan dodol dengan nilai gizi tinggi dengan kadar abu 1,22%, serat kasar 3,17%, gula total 10,66 %, aktivitas IC_{50} 143,31 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Abulais, D.M., Yabansabra, Y.R., Patiung, O.R., 2022. Uji proksimat (kadar air, kadar abu, kadar serat) dan kadar polifenol dari kulit kopi asal Wamena. *Avogadro: Jurnal Kimia*, 6(2), 69–74. <https://doi.org/10.31957/avg.v6i2.3014>
- Aiyuni, R., Widayat, H.P., Rohaya, S., 2017. Pemanfaatan limbah kulit buah naga (*Hylocereus costaricensis*) dalam pembuatan teh herbal dengan penambahan jahe. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 2(3), 231–240. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v2i3.4014>
- Fatima, S., 2022. Optimalisasi Kualitas Buah Naga Pasca Panen. Winarni, D. (ed.). *Eureka Media Aksara*, Kabupaten Purbalingga.
- Julfan, Harun, N., Rahmayuni, 2016. Pemanfaatan kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* Linn) dalam pembuatan dodol. *JOM Faperta* 3(2), 1-12.
- Irawan, F., Sumual, M.F., Pontoh, J., 2017. Pengaruh umur panen terhadap sifat fisik tepung jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Teknologi Pertanian* 8(1), 36–46. <https://doi.org/10.35791/jteta.v8i1.16350>
- Julianti, D.N., Supriyono, T., Kusfriyadi, M.K., Sera, A.C., 2018. Kadar serat, sifat organoleptik dan daya terima permen jelly kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*). *Jurnal Forum Kesehatan* 8(2), 92-98.
- Kelmaskosu, D., Breemer, R., Polnaya, F.J., 2015. Pengaruh konsentrasi tepung beras ketan terhadap mutu dodol pepaya. *Agritekno* 4(1), 19-24. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2015.4.1.19>
- Yahia, E.M., Carrillo-López, A., Bello-Perez, L.A., 2019. Carbohydrates. Dalam *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruit and Vegetables*. Yahia, E.M. (Ed.). Woodhead Publishing, Cambridge, UK.
- Lestari, D., 2015. Aktivitas Antioksidan dan Kandungan B-Karoten Dodol Labu Kuning dengan Penambahan Bunga Kecombrang Sebagai Pengawet Alami. Thesis. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Lukito, M.S., Giyarto, Jayus, 2017. Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Dodol Hasil Variasi Rasio Tomat dan Rumput Laut. *J. Agroteknologi* 11(1), 82-95.
- Noor, M.R., 2018. Analisis Kandungan Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) Dan Kadar Air Dalam Produk Dodol Picnic. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan, fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
- Palupi, P.J., Prasetya, R., Pratama, M.D., Sriwahyuni, I., 2021. Karakteristik Fisikokimia Selai Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) dengan

- penambahan variasi konsentrasi buah nanas (*Ananas comosus* L.). *Jurnal Agroteknologi* 15(1), 59-66. [10.19184/j-agt.v15i01.20644](https://doi.org/10.19184/j-agt.v15i01.20644)
- Prayoga, P.R., Murtado, A., Yani, A.V. 2023. Analisis sifat kimia dodol labu kuning dengan penambahan isolate soy protein sebagai makanan tradisional tinggi protein. *Edible: Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Teknologi Pangan* 12(1), 29-33. <https://doi.org/10.32502/jedb.v12i1.8215>
- Daniel, S., 2014. Kajian Kandungan Zat Makanan Dan Pigmen Antosianin Tiga Jenis Kulit Buah Naga (*Hylocereus* Sp.) Sebagai Bahan Pakan Ternak. Skripsi. Fakultas Perternakan, Universitas Brawijaya, Malang.
- Rista, E., Marianah, Sulastri, Y., 2018. Sifat kimia dan organoleptik biskuit pada berbagai penambahan ekstrak kulit buah naga merah. *Jurnal Agrotek Ummat* 5(2), 127–133. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v5i2.704>
- Suteja, I.I., Wijanarka, W., Kusdiyantini, E., 2022. Uji dan identifi kasi aktivitas antioksidan isolat BAL CIN-2 hasil isolasi cincalok. *Saintek* 27(1), 49–60. <https://doi.org/10.21831/jps.v1i1.44187>
- Thomas, N., Pakaya, M. S., Paneo, M. A., Latif, M. S., and Basri, R. F., 2024. Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Masker *Gel Peel-Off* Esktrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Secara In Vitro. *J. Farm. Teknol. Sediaan dan Kosmet.* 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.70075/jftsk.v1i1.3>

PENGARUH JENIS BERAS, CARA MASAK DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP KADAR GLUKOSA NASI

*The Effect of Rice Variety, Cooking Methods and Storage Time on Glucose Levels of
Cooked Rice*

Amanda Rabiyyatul Sabila, Eka Farpina, Ganea Qorry Aina

*Jurusan Teknologi Laboratorium, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Kalimantan Timur,
Harapan Baru 75242*

**)Penulis korespondensi: ekafarpina10@gmail.com*

Submisi 19.9.2025; Penerimaan 15.12.2025; Dipublikasikan: 31.12.2025

ABSTRAK

Prevalensi diabetes yang meningkat di Indonesia, khususnya di Kalimantan Timur, menyebabkan masyarakat berhati-hati terhadap asupan gula harian, termasuk glukosa dalam nasi. Kadar glukosa nasi dapat berubah tergantung jenis beras, cara memasak, suhu, dan lama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh jenis varietas beras (beras putih, merah dan hitam), cara masak (*rice cooker* dan dandang) dan lama penyimpanan (0, 1, 3, dan 6 jam) terhadap kadar glukosa nasi. Penelitian menggunakan faktorial 3x2x4 dalam Rancangan Acak Lengkap. Data dianalisis dengan ANOVA tiga-arah dan uji Tukey. Hasil menunjukkan bahwa jenis beras, cara masak, dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar glukosa nasi. Interaksi antara jenis beras dan lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar glukosa nasi. Nasi hitam memiliki kadar glukosa terendah. Cara masak dengan dandang menghasilkan kadar gula lebih rendah (5,83%) dibanding *rice cooker* (6,14%). Lama penyimpanan menurunkan kadar glukosa nasi. Penyimpanan 3-6 jam menurunkan kadar gula 12,28-18,02% untuk beras hitam dan 6,63-14,58% untuk nasi putih. Penelitian merekomendasikan penggunaan beras hitam yang dimasak dengan dandang dan disimpan lebih dari 1 jam untuk penderita diabetes.

Kata kunci : Glukosa, nasi, cara masak, penyimpanan nasi, diabetes.

ABSTRACT

The increasing prevalence of diabetes in Indonesia, especially in East Kalimantan, has caused people to be careful about their daily sugar intake, including the glucose contained in rice. Rice glucose levels can change depending on the rice type, cooking method, temperature, and storage time. This study aimed to determine the influence of rice variety (white, red, and black rice), cooking method (using an electric rice cooker and traditional rice steamer), and storage time (0, 1, 3, and 6 h) on the glucose levels in cooked rice. This study was a $3 \times 2 \times 4$ factorial research compiled in a Complete Random Design. The observed parameter was the sugar content of rice. The data were analyzed using a three-way ANOVA, followed by Tukey's test. The results showed that The type of rice, cooking method, and storage time had a significant effect ($p < 0.05$) on rice glucose levels. The interaction between the type of rice and storage time was the only interaction that had a significant effect on the glucose level of rice. Black rice has the lowest glucose levels. Cooking using a traditional steamer rice also produces a lower sugar content (5.83 %) than rice cooked in an electric rice cooker (6.14%). The length of rice storage tends to reduce its glucose level. Storage time of 3-6 hours can reduce the sugar content of rice by 12.28-18.02% for black rice and 6.63-14.58% for white rice. This study recommends the use of black rice that has been cooked in a traditional steamer and stored for more than 1 h as an alternative source of carbohydrates for diabetics.

Keywords: Glucose, rice, cooking method, cooked rice storage, diabetics.

PENDAHULUAN

Nasi merupakan makanan dengan kandungan karbohidrat yang masih menjadi makanan pokok favorit sehari-hari di Indonesia terutama nasi putih. Berdasarkan data Statistik Tahun 2023, nasi putih rata-rata dikonsumsi sebanyak 1,344 kg/kapita pada tahun 2023 (Kementerian Pertanian, 2023). Selain nasi putih, ada juga varietas lain seperti nasi hitam dan nasi merah, yang juga dikonsumsi oleh masyarakat (Hawa et al., 2018). Berbagai varietas nasi tersebut memiliki manfaat yang beragam terhadap kesehatan tubuh.

Nasi putih memiliki manfaat sebagai sumber energi, mendukung pertumbuhan otot, mengobati dan mencegah gangguan pencernaan, serta sebagai anti-inflamasi alami (Khalil, 2016). Nasi hitam memiliki manfaat menurunkan kadar glukosa darah, meningkatkan sekresi insulin, memperbaiki resistensi insulin, memperbaiki keadaan hiperglikemia (Anggraini et al., 2019). Sedangkan untuk nasi merah memiliki manfaat untuk mencegah lonjakan glukosa darah, melawan radikal bebas, mengurangi peradangan dalam tubuh, dan menurunkan risiko penyakit jantung dan diabetes melitus tipe 2 (Surianti, 2023). Selain memiliki manfaat yang baik bagi tubuh nasi putih, nasi hitam, nasi merah juga dapat menimbulkan efek samping apabila dikonsumsi secara berlebihan, salah satunya dapat menyebabkan diabetes.

Pada tahun 2021 Indonesia berada di posisi kelima dalam daftar negara dengan penyakit diabetes tertinggi yang diperkirakan 19,5 juta orang menderita diabetes dengan rentang usia 20-79 tahun dan pada tahun 2045 diperkirakan mencapai 28,6 juta orang (*International Diabetes Federation*, 2021). Pada tahun 2018 Kalimantan Timur termasuk 4 provinsi dengan prevalensi tertinggi sebesar 3,4%, bersama DKI Jakarta, DI Yogyakarta dan Sulawesi Utara (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2018), dan pada tahun 2023 Kalimantan Timur berada di urutan ke-3 provinsi dengan prevalensi diabetes tertinggi di Indonesia sebesar 2,3% (Kemenkes RI, 2023). Dengan meningkatnya jumlah prevalensi diabetes di

Indonesia masyarakat kini mulai berhati-hati terhadap makanan yang dikonsumsi.

Untuk mengurangi masalah peningkatan penyakit diabetes melitus, maka masyarakat mulai hidup sehat salah satunya dengan mengurangi asupan gula harian yang dikonsumsi. Gula juga terdapat pada nasi berupa glukosa. Kandungan glukosa dalam makanan berperan dalam menetapkan nilai indeks glikemik yang mempengaruhi fluktuasi kadar glukosa dalam darah. Indeks glikemik merupakan yang menggambarkan kecepatan penyerapan glukosa ke dalam darah sehingga variasi jenis dan jumlah makanan yang dimakan dapat menentukan respons terhadap kadar glukosa darah (Purbowati dan Kumalasari, 2023).

Tinggi atau rendahnya kadar glukosa dapat disebabkan oleh beberapa hal. Menurut Wardani et al. (2023) dan Juwita (2020) proses pemasakan, tempat, waktu dan suhu penyimpanan nasi yang menyebabkan perubahan kandungan glukosa sehingga nilai indeks glikemik berubah. Penelitian ini mengkaji tentang kadar glukosa nasi yang dihasilkan dari tiga varietas padi (beras putih, beras hitam dan beras merah) yang dimasak dua metode yang berbeda, yaitu *rice cooker* dan dandang, dan kemudian disimpan selama 0-6 jam. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan metode pemasakan dan penanganan nasi yang tepat agar terhindar dari gangguan kesehatan salah satunya orang yang mempunyai risiko atau penderita diabetes melitus.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu beras putih, beras hitam, dan beras merah diperoleh dari supermarket di Loa Janan. Bahan kimia yang digunakan adalah HCl, NaOH, CH₃COOH, larutan Luff-Schoorl, KI, H₂SO₄, Na₂S₂O₃, NaCO₃ dan amilum diperoleh dari Merck.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini merupakan penelitian faktorial 3x2x4 yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap dengan masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak dua kali. Faktor pertama adalah jenis beras (beras putih, beras merah, dan

beras hitam), faktor kedua adalah cara masak (menggunakan *rice cooker* dan dandang), dan faktor ketiga adalah lama penyimpanan (0, 1, 3, dan 6 jam).

Parameter yang diamati adalah kadar gula nasi. Data dianalisis dengan ANOVA tiga-arah menggunakan aplikasi SigmaPlot v14, setelah data ditransformasi terlebih dahulu menggunakan persamaan $\ln(x)$ untuk mendapatkan data yang terdistribusi normal dan mempunyai keragaman yang homogen antar kombinasi perlakuannya.

Prosedur Penelitian

Penyiapan Sampel Nasi

Sebanyak 100 g beras dicuci sebanyak 3 kali dan dimasukkan ke dalam panci *rice cooker*. Kemudian ditambahkan air sebanyak 200 mL dan dimasak (menekan tombol *cook* pada *rice cooker* yang telah dihubungkan ke listrik). Nasi tetap dibiarkan di dalam *rice cooker* selama 15 menit sejak tanda *cook* berubah ke tanda *warm* (Purbowati & Anugrah, 2020).

Pemasakan nasi dengan dandang dilakukan dengan cara yang sama. Beras sebanyak 100g dicuci terlebih dahulu sebanyak tiga kali, kemudian ditanak dalam panci yang berisi 200 mL air hingga tidak terlihat lagi air. Sementara itu dandang disiapkan dengan memanaskannya hingga telah mengeluarkan uap. Nasi tanak kemudian dimasukkan ke dalam dandang selama ± 20 menit (Rahmah *et al.*, 2017).

Sampel nasi yang dianalisis disiapkan dengan menimbang sebanyak 5 g nasi dan dihaluskan dengan mortar.

Analisis Glukosa

Analisis glukosa dilakukan dengan metode iodometri (Luff-Schoorl) sesuai metode SNI 01-2891-1992 (BSN, 1992). Nasi yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer, kemudian ditambahkan HCl 3% sebanyak 40 mL dan dihomogenisasi. Setelah itu larutan sampel dipanaskan dengan *hot plate* hingga mendidih, lalu didinginkan di dalam wadah berisi air.

Setelah sampel benar-benar dingin, dilakukan penyesuaian (penetrasi) pH menjadi 6-7 dengan menambahkan NaOH 30%, dilakukan dengan menggunakan

indikator PP (meneteskan 2 tetes PP ke dalam larutan) dan larutan dipindahkan ke labu ukur 500 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda tera, kemudian disaring dengan kertas saring.

Setelah itu, larutan sampel sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer 500 mL, dan tambahkan larutan *Luff Schoorl* sebanyak 25 mL, akuades 15 mL, dan beberapa batu didih. Larutan sampel dipanaskan hingga mendidih dan lanjut dipanaskan hingga 10 menit, lalu dinginkan larutan sampel hingga benar-benar dingin di dalam wadah berisi air.

Kemudian ditambahkan KI 20% sebanyak 15 mL dan H_2SO_4 25 % sebanyak 25 mL secara perlahan, lalu dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hingga larutan berwarna coklat muda atau kuning muda, lalu tambahkan amilum 1% hingga larutan sampel berubah menjadi biru keunguan dan lanjut titrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hingga larutan berwarna putih susu. Blangko dikerjakan dengan cara yang sama.

Perhitungan glukosa dilakukan dengan rumus:

$$\text{Kadar glukosa} = \frac{W_1 \times f_p}{W} \times 100\%$$

Dimana:

W = bobot sampel (mg)

W_1 = glukosa yang terkandung untuk mL tio yang dipergunakan (mg), dari daftar Luff-Schoorl

f_p = faktor pengenceran.

Miligram tio (W_1) diperoleh dari rumus (Blangko – penitar) x N tio x 10.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Jenis Beras

Jenis beras, cara masak, lama penyimpanan dan interaksi antara jenis nasi dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kadar glukosa nasi (Tabel 1.). Hasil analisis statistik data kadar gula dari penelitian ini dapat dilihat pada data suplemen yang disertakan. Kadar glukosa paling tinggi adalah nasi putih (7,87%), disusul nasi merah (6,07%) dan nasi hitam (4,60%), ketiganya saling berbeda nyata (uji Tukey, $p < 0,05$). Hasil yang sama dilaporkan oleh Larasati (2017) yang melaporkan kadar glukosa nasi putih sebesar 0,155-0,195%, nilai ini lebih tinggi dibanding dari nasi hitam

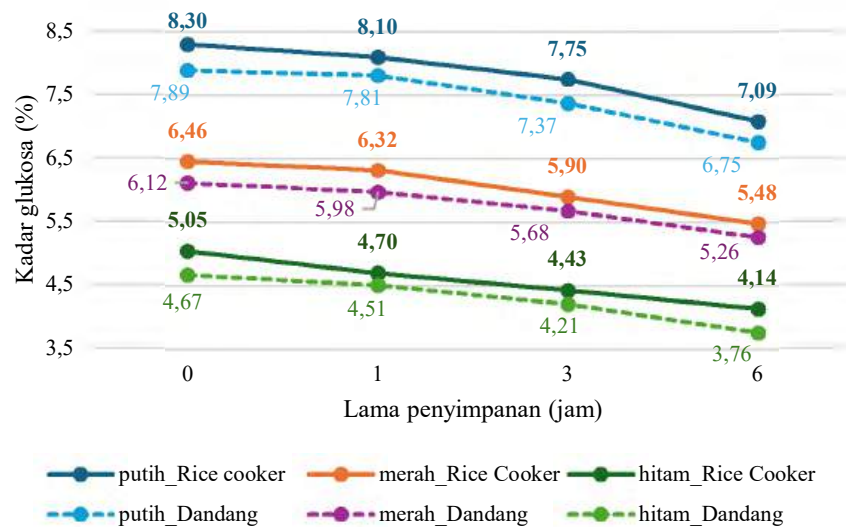
kadar glukosa nasi hitam, yaitu 0,090-0,125%. Hal ini dikuatkan lagi oleh Diyah et al. (2016), yang juga melaporkan bahwa

kadar glukosa nasi putih lebih tinggi dibanding kadar glukosa nasi merah.

Tabel 1 Pengaruh cara masak dan jenis beras terhadap kadar glukosa (%) pada nasi

Jenis Nasi	Cara Masak	Lama Penyimpanan (jam)				Rata-rata Jenis Nasi*	Rata-rata Cara Masak*
		0	1	3	6		
Putih	Rice Cooker	8,30±0,08	8,10±0,04	7,75±0,04	7,09±0,08	7,87±0,52	6,14±1,44
	Dandang	7,89±0,08	7,81±0,04	7,37±0,08	6,75±0,08		5,83±1,41
Merah	Rice Cooker	6,46±0,09	6,32±0,06	5,90±0,03	5,48±0,08	6,07±0,41	
	Dandang	6,12±0,13	5,98±0,07	5,68±0,07	5,26±0,08		
Hitam	Rice Cooker	5,05±0,15	4,70±0,04	4,43±0,04	4,14±0,08	4,60±0,40	
	Dandang	4,67±0,15	4,51±0,08	4,21±0,04	3,76±0,08		
Rata-rata Lama Penyimpanan (Jam)*		6,41±1,46	6,24±1,51	5,89±1,46	5,41±1,34		

Keterangan: Data (mean ± SD) diperoleh dari dua ulangan. Data rata-rata (mean ± SD) adalah data setiap faktor tunggal. Data dianalisis dengan ANOVA tiga-arah. *) Faktor yang memberikan pengaruh nyata terhadap kadar glukosa (uji Tukey, $p < 0,05$).



Gambar 1. Profil penurunan kadar glukosa nasi yang dihasilkan dari dua cara masak (rice cooker dan dandang) pada tiga jenis beras yang berbeda selama penyimpanan.

Kandungan gula pada nasi lebih tinggi dibanding beras 52-56 kali lebih tinggi dibanding kadar gula pada bahan mentahnya (beras). Proses pemanasan yang dilakukan pada proses pemasakan nasi menyebabkan proses hidrolisis pati menjadi gula. Hernawan dan Meylani (2016) melaporkan kandungan gula reduksi dengan urutan nilai besar yang sama pada penelitian ini. Beberapa jenis beras organik, yaitu beras putih organik mempunyai kandungan gula

reduksi sebesar 0,140%, disusul oleh beras merah organik dan beras hitam organik berturut-turut sebesar 0,102% dan 0,089%.

Menurut Mujaddid (2025) perbedaan kadar glukosa nasi dapat disebabkan oleh perbedaan pada jenis varietas berasnya, dikarenakan kandungan setiap beras dapat berbeda-beda walaupun dari jenis beras yang sama namun memiliki varietas yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diduga kadar glukosa nasi putih

memiliki kadar glukosa tertinggi disebabkan oleh kandungan serat yang rendah jika dibandingkan dengan nasi hitam dan nasi merah, kandungan serat yang rendah membuat kadar glukosa mudah terurai.

Jenis beras berwarna mempunyai sifat fisiko kimia dan fitokimia yang berbeda dengan jenis beras putih. Beras hitam mempunyai kadar serat 4,2-7,6%, protein 7,9-8,2%, dan gula reduksi 0,1%. Beras putih mempunyai kadar serat 0,4-0,6%, protein 8,2-8,7% dan gula reduksi 0,1%. Sedangkan beras merah mempunyai kadar serat dan protein diantara keduanya, kecuali gula reduksi yang relatif sama (Hernawan dan Meylani, 2016).

Beras putih mengandung dua komponen fitokimia, yaitu flavon dan flavonol (75%) serta g-oryzanol (25%), beras merah mengandung 4 fitokimia utama, yaitu flavan-3-ol (65%), g-oryzanol (27%), flavon dan flavonol (7%), dan anthocyanin (1%), sedangkan pada beras hitam terdapat lima senyawa fitokimia, yaitu anthocyanin (80%), flavon dan flavonol (11%), flavan-3-ol (8%), g-oryzanol 1%, dan asam khlorogenat (1%) (Pereira-Caro et al., 2013).

Kandungan gula pada nasi sangat bergantung pada proses gelatinisasi dan retrogradasi selama pemasakan yang juga sangat dipengaruhi oleh senyawa-senyawa yang terkandung di dalam setiap jenis beras (Ai dan Jane, 2015)

Pengaruh Cara Masak

Cara masak dengan *electric rice cooker* menghasilkan nasi dengan kadar glukosa lebih tinggi (6,14%) secara nyata (uji Tukey, $p < 0,05$) dibandingkan dengan cara masak menggunakan dandang (5,83%). Cara pemasakan nasi secara kontinu yang dilakukan dengan *rice cooker* menyebabkan proses gelatinisasi berlangsung lebih sempurna dibanding cara pemasakan dengan dandang yang mengalami jeda ketika memasukkan nasi tanak ke dalam dandang. Proses gelatinisasi yang lebih sempurna menyebabkan gula menjadi lebih banyak tersedia (tidak terikat). (Farooq and Yu, 2025) melaporkan bahwa penggunaan *pressure cooking* seperti pada penggunaan *electric rice cooker* cenderung meningkatkan *digestibility* pati.

Pengaruh Lama Penyimpanan

Kadar gula semua jenis nasi menurun kadar glukosanya seiring lama penyimpanan, begitu pula dengan data berdasarkan cara masak (Gambar 1.). Pada satu jam pertama, kadar glukosa semua jenis nasi relatif tetap (berbeda tidak nyata, $p > 0,05$), tetapi setelahnya cenderung menurun dengan perbedaan yang signifikan (uji Tukey, $p < 0,05$).

Nasi putih pada lama penyimpanan 0 jam memiliki kadar glukosa paling tinggi dengan kadar sebesar 7,8893% dan nasi hitam pada lama penyimpanan 6 jam memiliki kadar glukosa paling rendah dengan kadar sebesar 3,763% (Tabel 1). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Purbowati dan Anugrah (2020), yaitu pada setiap waktu penyimpan mengalami penurunan kadar glukosa pada nasi yang dapat dilihat dari waktu penyimpanan 0 jam didapat hasil sebesar 4,65%, lalu turun kembali menjadi 2,60% pada waktu penyimpanan 6 jam, dan terakhir dengan hasil sebesar 2,16 % pada waktu penyimpanan 12 jam. Penelitian ini tidak selaras dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Novianti et al. (2017), pada penelitian tersebut dengan lama simpan 0 jam didapat hasil kadar sebesar 14,953 ppm, kemudian kadar glukosa naik pada lama penyimpanan 6 jam, 12 jam, dan 18 jam hingga didapat kadar glukosa sebesar 56,488 ppm, lalu pada penyimpanan 24 jam, 30 jam, 36 jam kadar glukosa mengalami penurunan hingga didapat kadar glukosa sebesar 22,931 ppm.

Penurunan kadar glukosa terjadi disebabkan oleh peristiwa retrogradasi. Gelatinisasi terjadi disebabkan oleh pati yang mengalami pengembangan kemudian pecah yang diakibatkan air yang terlalu banyak masuk pada saat pemanasan di suhu tinggi, kemudian terjadi retrogradasi, yaitu penyusunan kembali ikatan hidrogen antar gugus amilosa dan amilopektin yang membuat glukosa sulit dilepaskan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diduga kadar glukosa nasi akan menurun seiring lama waktu penyimpanan karena penurunan suhu dapat terjadi pada saat penyimpanan yang menyebabkan proses retrogradasi pati melepaskan glukosa dan

membentuk kristalin kembali, sehingga glukosa kurang terdeteksi sebagai glukosa terlarut saat dilakukan analisis (Syahbanu et al. (2023). Proses ini dipengaruhi oleh fitokimia beras dan karakteristik kimianya seperti kandungan seratnya (Wu et al., 2020; Zhu, 2015).

Pengaruh Interaksi antara Jenis Beras dan Lama Penyimpanan

Satu-satunya interaksi yang memberikan pengaruh terhadap kadar glukosa nasi selama penyimpanan adalah interaksi antara jenis beras dan lama penyimpanan. Laju penurunan kadar gula nasi putih terlihat lebih cepat dibanding nasi merah dan nasi hitam. Nasi hitam adalah nasi dengan laju penurunan kadar glukosa yang paling kecil. Nasi dari beras berwarna lebih kaya akan fitokimia lain dibanding nasi dari beras putih, seperti kandungan lemak, polifenol, dan serat. Senyawa fitokimia lain ini menghambat terjadinya retrogradasi pada beras berwarna (Ai dan Jane, 2015; Hernawan and Meylani, 2016; Pereira-Caro et al., 2013; Wang et al., 2015; Wu et al., 2020).

KESIMPULAN

Kadar glukosa nasi yang dimasak dengan *rice cooker* dengan lama penyimpanan 0 jam, 1 jam, 3 jam, dan 6 jam didapatkan hasil nasi putih pada lama penyimpanan 0 jam memiliki kadar glukosa tertinggi dengan kadar sebesar 8,2965% dan didapatkan hasil kadar glukosa terendah pada nasi hitam pada lama penyimpanan 6 jam memiliki kadar glukosa terendah dengan kadar sebesar 4,1372%. Hasil pengukuran kadar glukosa nasi yang dimasak dengan dandang dengan lama penyimpanan 0 jam, 1 jam, 3 jam, dan 6 jam berturut-turut didapatkan hasil nasi putih pada lama penyimpanan 0 jam memiliki kadar glukosa tertinggi dengan kadar sebesar 7,8893% dan didapatkan hasil kadar glukosa terendah pada nasi hitam pada lama penyimpanan 6 jam memiliki kadar glukosa terendah dengan kadar sebesar 3,763%. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada pengaruh cara masak dan lama penyimpanan terhadap kadar glukosa nasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, Y., Jane, J.L., 2015. Gelatinization and rheological properties of starch. *Starch/Staerke* 67, 213–224. <https://doi.org/10.1002/star.201400201>
- Anggraini, D.I., Semartini, A., Cahyani, V.A., 2019. Beras ketan hitam sebagai agen terapi pada pasien penderita diabetes mellitus di Desa Sobayan Kecamatan Pedan Kabupaten Klaten. *Abdimas Unwahs* 4, 10–13. <https://doi.org/10.31942/abd.v4i1.2689>
- Badan Peneletian dan Pengembangan Kesehatan, 2018. Laporan Nasional Riskesdas 2018. Kementerian Kesehatan RI, Jakarta
- BSN, 1992. SNI 01-2891-1992 Cara Uji Makanan Dan Minuman. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Diyah, N.W., Ambarwati, A., Warsito, G.M., Niken, G., Heriwiyan, E.T., Windysari, R., Prismawan, D., Hartasari, R.F., Purwanto, 2016. Evaluasi kandungan glukosa dan indeks glikemik beberapa sumber karbohidrat dalam upaya penggalan pangan berindeks glikemik rendah. *J. Farm. Dan Ilmu Kefarmasian Indones* 3, 67–73.
- Farooq, M.A., Yu, J., 2025. Starches in rice: Effects of rice variety and processing/cooking methods on their glycemic index. *Foods* 14, 1–30. <https://doi.org/10.3390/foods14122022>
- Hawa, L.C., Setiawan, W.P., Ahmad, A.M., 2018. Aplikasi teknik penyimpanan menggunakan pengemas vakum pada berbagai jenis beras. *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist* 6, 145–156.
- Hernawan, E., Meylani, V., 2016. Analisis karakteristik fisikimia beras putih, beras merah, dan beras hitam (*Oryza sativa* L., *Oryza nivara* dan *Oryza sativa* L. *indica*). *J. Kesehat. bakti Tunas Husada* 15, 79–89.
- International Diabetes Federation, 2021. IDF Diabetes Atlas 2021, Diabetes Research and Clinical Practice. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2013.10.013>

- Juwita, L., 2020. Studi komparasi kadar glukosa pada nasi yang dimasak dengan metode rice cooker dan metode tradisional pada berbagai suhu. *J. Nurs. Care Biomol.* 5, 25–32.
- Kemendes RI, 2023. Laporan Tematik Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023. Kemendes RI.
- Kementerian Pertanian, 2023. Statistics of Food Consumption 2023. Kementerian Pertanian RI, Jakarta.
- Khalil, M.N., 2016. Raja Obat Alami: Beras. Rapha Publishing, Yogyakarta.
- Larasati, A., 2017. Penentuan Kadar Glukosa Pada Nasi Putih Dan Nasi Hitam Dengan Metode Luff Schoorl. Karya Ilmiah Program Studi DIII Analisis Kesehatan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Setia Budi, Surakarta.
- Mujaddid, P.F., 2025. Perbandingan Kadar Glukosa Pada Nasi yang diberi Perlakuan dan Tanpa Perlakuan. Skripsi. Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar.
- Novianti, M., Tiwow, V.M., Mustapa, K., 2017. Analisis kadar glukosa pada nasi putih dan nasi jagung dengan menggunakan metode Spektroskopik 20. *J. Akad. Kim.* 6, 107. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2017.v6.i2.9241>
- Pereira-Caro, G., Cros, G., Yokota, T., Crozier, A., 2013. Phytochemical profiles of black, red, brown, and white rice from the camargue region of France. *J. Agric. Food Chem.* 61, 7976–7986. <https://doi.org/10.1021/jf401937b>
- Purbowati, Kumalasari, I., 2023. Indeks glikemik nasi putih dengan beberapa cara pengolahan. *Amerta Nutr.* 7, 224–229. <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i2.2023.224-229>
- Purbowati, P., Anugrah, R.M., 2020. Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap kadar glukosa pada nasi putih. *Nutr. J. Gizi, Pangan dan Apl.* 4, 15–24. <https://doi.org/10.21580/ns.2020.4.1.4565>
- Rahmah, N.H., Maryanto, S., Purbowati, 2017. Perbedaan Kadar Glukosa pada Nasi yang Diolah dengan Metode Tradisional dan Modern. Skripsi. Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Ngudi Waluyo, Ungaran.
- Surianti, S., 2023. Potensi pengembangan beras merah sebagai bahan makanan pokok. *J. Sains dan Teknol. Has. Pertan.* 3, 12–17. <https://doi.org/10.55678/jasathp.v3i1.912>
- Syahbanu, F., Napitupulu, F.I., Septiana, S., Aliyah, N.F., 2023. Struktur pati beras (*Oryza sativa* L.) dan mekanisme perubahannya pada fenomena gelatinisasi dan retrogradasi 17, 755–767. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i4.15315>
- Wang, Shujun, Li, C., Copeland, L., Niu, Q., Wang, Shuo, 2015. Starch retrogradation: A comprehensive review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 14, 568–585. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12143>
- Wardani, D.K., Dalimunthe, N.A., Rahman, A., 2023. Karakter Morfologi dan Identifikasi Kandungan Karbohidrat Beras Bambu Sebagai Pembeda Beras Putih. *J. Inf. dan Teknol.* 5, 83–87. <https://doi.org/10.37034/jidt.v5i1.269>
- Wu, N.-N., Qiao, C.-C., Tian, X.-H., Tan, B., Fang, Y., 2020. Retrogradation inhibition of rice starch with dietary fiber from extruded and unextruded rice bran. *Food Hydrocoll.* 106488. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106488>
- Zhu, F., 2015. Interactions between starch and phenolic compound. *Trends Food Sci. Technol.* 43, 129–143. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.02.003>

DAYA TERIMA KULIT *PIE* SUBSTITUSI TEPUNG PISANG TERMODIFIKASI FISIK SEBAGAI ALTERNATIF PANGAN RENDAH GLUTEN

The Acceptance of Pie Crust Substitute with Physical Modified Banana Flour as Alternative Low Gluten Food)

Nathasa Khalida Dalimunthe*, Dea Rizki Widiani, Kiki Puspasari, Zukryandry

Politeknik Negeri Lampung, Jl. Soekarno Hatta No.10, Rajabasa Raya, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung 35141

*)Penulis korespondensi: nathasa_kd@polinela.ac.id

Submisi 7.6.2025; Penerimaan 10.9.2025; Dipublikasikan: 31.12.2025

ABSTRAK

Pisang merupakan komoditas hortikultura terbesar di Provinsi Lampung. Tepung pisang merupakan tepung bebas gluten. Tepung terigu sebagai sumber gluten utama dalam produk makanan perlu disubstitusi dengan bahan alternatif yang aman namun tetap mempertahankan karakteristik fungsional. Tepung pisang termodifikasi fisik mempunyai stabilitas termal baik dan mengurangi daya lengket. Penelitian ini mengkaji penggunaan tepung pisang sebagai substitusi tepung terigu pada kulit *pie*. Penelitian bertujuan menganalisis karakteristik organoleptik kulit *pie* dengan tepung terigu komposit yang disubstitusi tepung pisang termodifikasi fisik sebagai alternatif pangan rendah gluten. Desain penelitian adalah *true experiment* dalam Rancangan Acak Lengkap dengan tiga pengulangan. Terdapat 5 formula (perbandingan tepung pisang termodifikasi fisik (TP) dan tepung terigu (TR): TP 10% : TR 90% (P1), TP 20% : TR 80% (P2), TP 30% : TR 70% (P3), TP 40% : TR 60% (P4), TP 50% : TR 50% (P5). Parameter yang diamati adalah respons organoleptik hedonik untuk warna, aroma, rasa, tekstur dan penerimaan keseluruhan. Data dianalisis dengan ANOVA, dilanjutkan uji Duncan pada 5%. Panelis menyukai kulit *pie* pada level *netral* cenderung *agak suka* dari formula P3 (TP 30% dan TR 70%) dengan skor tertinggi untuk warna, aroma, rasa, dan tekstur. Formula tepung terigu komposit dengan substitusi tepung pisang termodifikasi fisik 30% dapat menjadi bahan baku diversifikasi pangan lokal rendah gluten.

Kata kunci : Kulit *pie*, organoleptik, tepung pisang, pangan rendah-gluten

ABSTRACT

Bananas are the largest horticultural commodity in the Lampung Province. Banana flour is a gluten-free flour. Wheat flour, the main source of gluten in food products, needs to be substituted with alternative ingredients that are safe but still retain their functional characteristics. Physically modified banana flour exhibited good thermal stability and reduced stickiness. This study examined the use of banana flour as a substitute for wheat flour in pie crusts. This study aimed to analyze the organoleptic characteristics of pie crusts made with composite wheat flour substituted with physically modified banana flour as a low-gluten food alternative. The research design was a *true experiment* in a Complete Random Design with three iterations. There are five formulas (comparison of physically modified banana flour (TP) and TR wheat flour): TP 10%: TR 90% (P1), TP 20%: TR 80% (P2), TP 30%: TR 70% (P3), TP 40%: TR 60% (P4), and TP 50%: TR 50% (P5). The observed parameters were hedonic organoleptic responses to color, aroma, taste, texture, and overall acceptance. The data were analyzed using ANOVA, followed by the Duncan test at 5%. Panelists who favored pie crusts at the *neutral* level tended to *prefer* the P3 formula (TP 30% and TR 70%) with the highest scores for color, aroma, flavor, and texture. A composite wheat flour formula with 30% physically modified banana flour substitution can be a raw material for local food diversification of low gluten.

Keywords: Pie crust, organoleptic, banana flour, low-gluten food

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi negara importir beras pertama dengan pangsa 5,46% (USD 1,79 milyar) pada tahun 2023 (Kementerian Pertanian, 2024). Meski dikenal sebagai negara agraris, Indonesia belum mandiri memenuhi kebutuhan makanan pokok masyarakatnya jika hanya dari ketersediaan beras wilayah, sehingga impor beras dilakukan dan ketergantungan masyarakat terhadap konsumsi beras sebagai makanan pokok masih tinggi. Upaya mengurangi ketergantungan terhadap konsumsi beras dapat dilakukan melalui diversifikasi konsumsi pangan alternatif, hal ini tertuang dalam Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 22 Tahun 2009 tentang Kebijakan Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal. Upaya diversifikasi pangan juga tertuang dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 43/PERMENTAN/OT.140/10/2009 tentang Percepatan Gerakan Diversifikasi Konsumsi Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal (P2KP) (Kementerian Pertanian, 2009). Skor PPH nasional meningkat dari tahun 2022 ke 2023, namun masih didominasi oleh kelompok padi-padian, sedangkan umbi-umbian serta buah berpati yang menjadi potensi pengganti beras konsumsinya masih rendah dan belum ideal. Hal ini ditemukan juga di Provinsi Lampung pada tahun 2019, kontribusi umbi-umbian serta buah dan sayur hanya 2,89% dan 7,41% dari kecukupan energi masyarakat Provinsi Lampung (Sayekti et al., 2022).

Pisang merupakan salah satu komoditas hortikultura terbesar yang diproduksi di Provinsi Lampung. Produksinya naik 1 peringkat dari tahun 2022, dan menjadi salah satu provinsi dengan produksi pisang terbesar kedua di Indonesia dengan besaran produksi 1.322.030 ton/tahun. Pisang merupakan komoditas pertanian lokal khas Provinsi Lampung yang dapat dijadikan sebagai alternatif makanan pokok yang bergizi, karena daging buah pisang mengandung 71,9% air, 26,3% karbohidrat, 0,5% serat, 0,8% protein, dan 0,5% lemak serta mineral dan vitamin (Kemenkes, 2017).

Pisang merupakan produk hortikultura yang cepat mengalami penurunan mutu akibat proses fisiologis buah. Salah satu produk

antara dari olahan buah pisang adalah tepung. Tepung pisang juga dapat digunakan sebagai substitusi tepung pada berbagai produk olahan. Berbagai penelitian mengembangkan *cookies* yang disubstitusi dengan tepung pisang (Atika dan Lestari, 2022; Yasinta et al., 2017). Luasnya potensi penggunaan tepung pisang menjadikannya salah satu produk lokal yang layak dikembangkan lebih lanjut.

Tepung pisang merupakan tepung bebas gluten. Beberapa individu menghindari dan mengurangi makanan yang mengandung gluten dikarenakan adanya gangguan intoleransi gluten, penyakit celiac, dan gangguan pencernaan. Tepung terigu sebagai sumber gluten utama dalam berbagai produk makanan, perlu disubstitusi dengan bahan alternatif yang lebih aman namun tetap mempertahankan karakteristik fungsionalnya.

Provinsi Lampung sudah banyak mengembangkan produk dari pisang baik buah, kulit, atau dalam bentuk tepungnya. Provinsi Lampung memiliki *pie* pisang namun kulit *pie* nya masih terbuat dari tepung terigu dan jenisnya pastry. Berdasarkan penelitian Zia et al. (2021), evaluasi kualitas fungsi adonan *pie* yang diperkaya dengan tepung kulit pisang, menunjukkan potensi peningkatan profil serat dan stabilitas produk secara menyeluruh (Zia et al., 2021).

Penelitian ini menggunakan tepung pisang termodifikasi fisik yaitu pisang yang mengalami perlakuan pemanasan dan pengeringan sehingga sifat fisik pisang berubah menjadi tepung. Tepung termodifikasi fisik berfungsi untuk meningkatkan stabilitas termal dan menyesuaikan sifat pembentuk gelnya untuk mengurangi lengket (Kunyanee et al., 2024). Penelitian dari Kunyanee et al. (2024) membuat produk keripik menggunakan tepung pisang yang dimodifikasi guna meningkatkan kualitas dari sisi organoleptik dan nilai gizinya. Oleh karena itu, peneliti ingin mengembangkan produk kulit *pie* yang disubstitusi tepung pisang termodifikasi fisik yang pada penelitian sebelumnya sudah dikembangkan oleh (Rani et al., 2022).

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini, telur ayam, margarin, gula halus, dan vanili bubuk, diperoleh dari toko swalayan di Kota Bandar Lampung. Bahan lain adalah tepung pisang termodifikasi fisik yang disiapkan mandiri dari pisang kepok yang diperoleh dari pasar tradisional di kota Bandar Lampung.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Desain penelitian adalah *True Experimental* faktor tunggal (komposisi bahan) yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap dengan tiga kali pengulangan. Faktor perlakuan dalam pembuatan kulit *pie* yaitu perbandingan (formula) tepung pisang termodifikasi fisik (TP) dan tepung terigu (TR). Lima perlakuan (formula tepung komposit) adalah TP 10% : TR 90% (P1), TP 20%: TR 80% (P2), TP 30%: TR 70% (P3), TP 40%: TR 60% (P4), TP 50%: TR 50% (P5).

Pengolahan data dilakukan dengan program komputer yaitu *Microsoft Excel 365* dan analisis data menggunakan program komputer yaitu *SPSS Ver 26*. Analisa data yang digunakan yaitu deskriptif berupa rata-rata dan standar deviasi, sedangkan inferensia untuk mengetahui perbedaan setiap atribut uji hedonik pada kelima taraf perlakuan. Uji beda yang digunakan yaitu *One-Way ANOVA* yang kemudian dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$).

Prosedur Penelitian

Pembuatan Kulit Pie

Pembuatan kulit *pie* menggunakan tepung pisang termodifikasi fisik yaitu pisang yang mengalami proses termal baik itu pengeringan dan pemanasan untuk meningkatkan stabilitas termal dan menyesuaikan sifat pembentuk gelnya untuk mengurangi lengket (Kunyanee et al., 2024).

Tahapan pembuatan kulit *pie* dilakukan melalui langkah: (i) menyiapkan tepung komposit tepung terigu – tepung pisang sesuai dengan perlakuan, (ii) menyiapkan bahan lain kuning telur ayam, margarin, dan gula halus, (iii) mencampur semua bahan dan mengaduknya hingga terbentuk adonan yang

kalis, (iv) mencetak adonan pada cetakan *pie*, (v) pemanggangan pada 165°C selama 30 menit.

Bahan selain tepung yang diperlukan untuk setiap perlakuan adalah satu butir telur ayam (kuning telur), 60 g margarin, 30 g gula halus, dan 1 g vanili bubuk.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan oleh 25 panelis semi-terlatih yaitu mahasiswa teknologi pangan di Politeknik Negeri Lampung yang telah mendapat materi tentang uji organoleptik. Kuesioner berisi penilaian dengan skor 1= tidak suka; 2= agak tidak suka; 3=netral; 4=agak suka; 5= suka. Kulit *pie* yang dihasilkan dan atribut mutu yang dinilai adalah warna, aroma rasa, tekstur. Penentuan formula terbaik berdasarkan rata-rata skor tertinggi pada setiap atribut yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kulit *pie* hasil penelitian yang telah dibuat sebanyak 5 taraf perlakuan. Kemudian diuji daya terimanya melalui analisis sensori secara hedonik kepada 25 orang panelis terhadap warna, rasa, aroma, dan tekstur.

Warna

Rata-rata nilai yang diberikan panelis dari P1 sampai P5 yaitu 1,96-3,04 (Tabel 2.) Nilai tersebut diinterpretasikan bahwa panelis cenderung agak tidak suka sampai netral terhadap warna kelima perlakuan. Rata-rata panelis menilai suka terhadap P3 ditunjukkan dengan skor 3,04. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan rata-rata nilai atribut warna pada kelima perlakuan berbeda nyata, sehingga dapat disimpulkan dari kelima perlakuan dari kulit *pie* memiliki warna yang tidak sama. Perlakuan tepung pisang termodifikasi 30%, 40%, 50% memiliki warna yang berbeda dengan perlakuan 10% dan 20%.

Aroma

Rata-rata panelis cenderung netral terhadap aroma kulit *pie* berbahan tepung pisang termodifikasi fisik yaitu berkisar antara 2,92 – 3,48. Skor uji hedonik pada atribut aroma paling tinggi berada pada taraf perlakuan P3 (30:70), sedangkan taraf P1 (10:90) mendapatkan nilai rata-rata terendah yaitu 2,92. Analisis sidik ragam menunjukkan

bahwa perbandingan tepung pisang termodifikasi fisik dan tepung terigu berpengaruh nyata terhadap aroma kulit *pie*. Hasil uji lanjut menggunakan Perlakuan

tepung pisang termodifikasi 30%, 40%, 50% memiliki aroma yang berbeda dengan perlakuan 10% dan 20%.

Tabel 1. Pengaruh formula tepung komposit terigu – pisang terhadap respons organoleptik hedonik *Pie*

Formula tepung komposit (TP : TR)	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
P1 (10% : 90%)	1,96 ± 0,65 ^b	2,92 ± 0,29 ^a	3,08 ± 0,26 ^b	3,00 ± 0,44 ^b
P2 (20% : 80%)	2,08 ± 0,09 ^b	2,96 ± 0,77 ^a	3,32 ± 0,79 ^a	3,12 ± 0,07 ^b
P3 (30% : 70%)	3,04 ± 0,63 ^a	3,48 ± 0,84 ^b	3,64 ± 0,22 ^a	3,88 ± 0,56 ^a
P4 (40% : 60%)	2,88 ± 0,49 ^a	3,16 ± 0,32 ^a	3,56 ± 0,17 ^a	3,76 ± 0,21 ^a
P5 (50% : 50%)	2,84 ± 0,71 ^a	3,12 ± 0,08 ^a	3,44 ± 0,54 ^a	3,60 ± 0,94 ^a

Keterangan: TR = tepung terigu, TP = tepung pisang termodifikasi fisik. Data adalah rata-rata 75 data respons organoleptik Data dianalisis dengan ANOVA. Data pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Tekstur

Hasil pengujian sensoris terhadap tekstur diperoleh rata-rata nilai terhadap tekstur produk kulit *pie* substitusi tepung pisang termodifikasi fisik yaitu berkisar antara 3,08 sampai 3,64. Secara deskriptif, hal ini berarti panelis menyatakan netral sampai agak suka terhadap produk kulit *pie* substitusi tepung pisang termodifikasi fisik. Semakin tinggi tepung pisang termodifikasi fisik yang ditambahkan membuat tekstur kulit *pie* makin disukai panelis. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan tepung pisang termodifikasi fisik dan tepung terigu berpengaruh nyata terhadap tekstur kulit *pie*. Perlakuan tepung pisang termodifikasi 20%, 30%, 40%, 50% memiliki tekstur yang berbeda dengan perlakuan 10%.

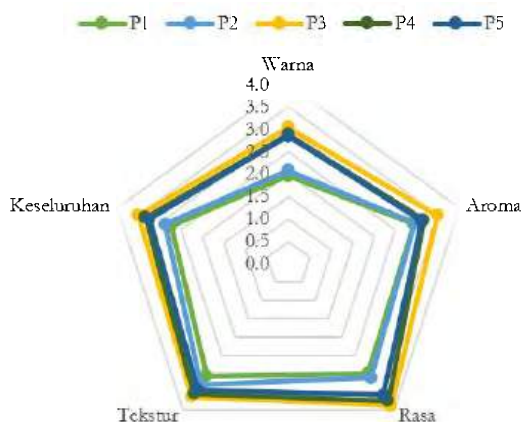
Rasa

Hasil uji hedonik menunjukkan panelis menilai netral sampai cenderung netral sampai agak suka terhadap rasa dari kulit *pie* dengan rentang 3,00-3,88. Nilai tertinggi berada pada P3, sehingga rata-rata panelis cenderung suka terhadap P3 yaitu 30% tepung pisang termodifikasi fisik dan 70% tepung terigu. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbandingan tepung pisang termodifikasi fisik dan tepung terigu berpengaruh nyata terhadap rasa kulit *pie*. Berdasarkan hasil uji Duncan dapat diartikan bahwa pada taraf 10:90 dan taraf 20:80 memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap mutu hedonik rasa kulit *pie*

dibandingkan dengan taraf 30:70, 40:60 dan 50:50. Pada taraf 10:90 dan 20:80 memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap rasa kulit *pie*. Pada taraf 30:70, 40:60 dan 50:50 memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap rasa kulit *pie*.

Penentuan Formulasi Terbaik

Penentuan formulasi terbaik didasarkan pada pengamatan keseluruhan sifat hasil uji sensori produk kulit *pie* substitusi tepung pisang termodifikasi fisik dari atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur. Hasil rekapitulasi data pengujian sensori tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Penentuan formula terbaik berdasarkan uji Hedonik Kulit *Pie* Substitusi Tepung Pisang Termodifikasi Fisik

Berdasarkan Gambar 1 tersebut diketahui bahwa formulasi terbaik dengan rata-rata hasil sensori terbaik yaitu pada substitusi tepung pisang termodifikasi fisik

perlakuan P3, yaitu 3,51 dengan proporsi tepung pisang termodifikasi fisik 30%) dan tepung terigu 70%.

Kualitas suatu produk pangan dinilai dari sudut pandang obyektif dan juga subyektif. Kualitas subyektif merupakan kualitas yang ditentukan dari penilaian instrument manusia atau yang dikenal dengan sifat sensori (organoleptik). Uji organoleptic atau uji sensori merupakan cara pengujian dengan menggunakan indra manusia sebagai alat utama untuk pengukuran daya penerimaan terhadap produk. Jenis uji organoleptik yang dilakukan yaitu uji hedonik dengan 4 atribut yaitu warna, aroma, rasa, dan tekstur.

Warna adalah salah satu atribut sensori yang menjadi daya tarik dari suatu produk pangan. Warna juga berperan dalam memberikan identitas pada suatu produk (Hendrawan, 2019). Berdasarkan hasil sensori tingkat kesukaan panelis terhadap warna kulit *pie* menunjukan rata-rata panelis menyatakan suka pada perlakuan P3. Semakin meningkat sebesar 30% substitusi tepung pisang termodifikasi fisik, maka produk kulit *pie* yang dihasilkan memiliki warna cenderung lebih kecoklatan sehingga meningkatkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna kulit *pie* yang dihasilkan, akan tetapi substitusi tepung pisang termodifikasi fisik dinaikkan sebesar 40% dan 50% terjadi penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap warna kulit *pie* yang dihasilkan. Semakin rendah tepung pisang termodifikasi fisik yang ditambahkan cenderung memiliki warna kulit *pie* yang kurang kecoklatan. Hal ini ditemukan oleh (Yasinta et al., 2017) yang menemukan bahwa warna yang dihasilkan *cookies* dipengaruhi oleh substitusi tepung pisang, semakin tinggi konsentrasi tepung pisang yang ditambahkan maka semakin coklat warna *cookies* yang dihasilkan.

Tepung pisang termodifikasi fisik sendiri memiliki karakteristik warna yang gelap. Menurut Imandira dan Ayustaningwarno, (2013) reaksi maillard yang menghasilkan bahan berwarna coklat baik yang dikehendaki atau tidak dikehendaki menjadi pertanda penurunan mutu. Selain dari derajat putih tepung, warna produk juga dipengaruhi oleh proses pengolahan produk dimana pemanggangan dengan suhu yang

tinggi dan lama pemanggangan menyebabkan adanya reaksi-reaksi antara gugus amino dan gugus gula reduksi melalui jalur reaksi maillard (Imandira dan Ayustaningwarno, 2013). Perbedaan warna selain disebabkan penambahan tepung pisang termodifikasi fisik, juga disebabkan oleh adanya penambahan gula halus yang menyebabkan warna kulit *pie* berwarna coklat. Panelis lebih menyukai produk dengan warna yang lebih coklat, maka tingkat penerimaannya lebih tinggi yang berwarna gelap dibandingkan dengan produk yang berwarna lebih terang dikarenakan adanya reaksi pencokelatan non enzimatis.

Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia dan tercium oleh syaraf yang berada dalam rongga hidung. Aroma merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi persepsi daya terima suatu produk (Negara et al., 2016). Aroma yang dimiliki oleh tepung pisang termodifikasi fisik adalah memiliki aroma khas pisang, yang artinya semakin tinggi substitusi tepung pisang termodifikasi fisik yang ditambahkan, maka aroma khas pisang semakin tinggi. Hal ini yang menyebabkan perbedaan aroma pada produk kulit *pie* pada masing-masing perlakuan.

Penambahan tepung pisang termodifikasi fisik pada kulit *pie* mengakibatkan adanya pengaruh terhadap aroma, hal ini terlihat semakin besar konsentrasi penambahan tepung pisang termodifikasi fisik menunjukkan adanya aroma yang berbeda. Aroma yang dihasilkan kulit *pie* substitusi tepung pisang termodifikasi fisik ini berasal dari aroma khas pisang. Secara umum, perlakuan penambahan tepung pisang termodifikasi fisik sangat mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen. Makin tinggi penambahan tepung pisang termodifikasi fisik, semakin kuat aroma pisang yang tercium, panelis pun makin menyukainya. Menurut (Sitohang et al., 2015), bau khas adonan ditimbulkan dari atribut pada adonan seperti pencampuran margarin dan telur, aroma *cookies* juga dipengaruhi oleh proses pemanggangan dimana tingkat kehilangan air pada saat proses pemanggangan yang menyebabkan terjadinya penguapan dari dalam adonan.

Tekstur merupakan pengindraan yang dinilai berdasarkan indra rabaan atau sentuhan yang berkaitan dengan mekanik, rasa, penglihatan dan pendengaran yang meliputi penilaian terhadap kering, keras, renyah, basah, halus, kasar, dan berminyak. Hasil uji organoleptik terhadap tekstur kulit *pie* menunjukkan rata-rata panelis netral cenderung suka. Tekstur kulit *pie* yang dihasilkan pada P3 merupakan tekstur kulit *pie* yang paling disukai. Semakin tinggi persentase substitusi tepung pisang termodifikasi fisik, rata-rata nilai panelis terhadap atribut tekstur semakin tinggi. Kulit *pie* pada P3 memiliki tekstur cukup renyah, namun sudah mulai rapuh. Meningkatnya substitusi tepung terigu dengan tepung komposit mengakibatkan penggunaan tepung terigu dengan kandungan gluten yang berperan dalam pembentukan tekstur semakin berkurang sehingga *pie* semakin rapuh (Rimbawan et al., 2024). Mutu dan kualitas produk makanan kering, salah satunya ditentukan oleh kerenyahan produk sehingga konsumen akan lebih menyukai produk tersebut. Hilangnya cairan, berkurangnya lemak, pembentukan atau pemecahan emulsi, hidrolisa atau polimerisasi karbohidrat dan hidrolisa atau koagulasi protein dapat menyebabkan perubahan tekstur produk (Rosida et al., 2020).

Rasa adalah salah satu faktor yang menentukan daya terima konsumen terhadap suatu produk. Produk tertentu dapat menggabungkan beberapa jenis rasa menjadi satu rasa yang unik (Pratiwi, 2021). Berdasarkan hasil uji Duncan dapat diartikan bahwa pada taraf 10:90 dan taraf 20:80 memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap mutu hedonik rasa kulit *pie* dibandingkan dengan taraf 30:70, 40:60 dan 50:50, karena kedua perlakuan tersebut berada pada subset yang berbeda. Pada taraf 10:90 dan 20:80 memberikan pengaruh yang berbeda tetapi tidak nyata terhadap rasa kulit *pie*, karena kedua taraf tersebut berada pada subset yang sama. Pada taraf 30:70, 40:60 dan 50:50 memberikan pengaruh yang berbeda tetapi tidak nyata terhadap rasa kulit *pie* karena ketiga perlakuan tersebut berada pada subset yang sama. Semakin tinggi penambahan tepung pisang termodifikasi fisik pada pembuatan kulit *pie* substitusi tepung

pisang termodifikasi fisik, maka rasa yang dihasilkan cenderung makin disukai oleh panelis. Hal ini disebabkan karena rasa yang lebih dominan dibandingkan atribut bahan yang lainnya sehingga menimbulkan rasa khas dilidah.

Rasa adalah salah satu faktor penilaian dari indra pengecap lidah untuk menilai suatu produk dapat diterima atau tidak. Apabila suatu produk pangan memiliki rasa yang tidak enak atau menyimpang dari rasa seharusnya maka akan mempengaruhi kesukaan dan minat konsumen itu sendiri. Rasa enak dan nikmat dari suatu produk pangan dipengaruhi oleh besarnya kandungan protein dan lemak di dalam produk tersebut (Imandira dan Ayustaningwarno, 2013). Tepung pisang termodifikasi fisik memiliki karakteristik cita rasa tersendiri yaitu khas pisang yang dipengaruhi oleh proses dalam pembuatan tepung pisang tersebut. Hal tersebut juga terkait dengan berkurangnya protein gluten yang terkandung dalam adonan. Gluten sebagai bahan pengikat masih dibutuhkan oleh *cookies* yang fungsinya dalam pembentukan tekstur pada *cookies* menjadi renyah namun tidak terlalu mendominasi seperti pada pengolahan produk bakery lainnya (Hartoyo dan Sunandar, 2006).

Secara keseluruhan, penerimaan panelis cenderung agak suka sampai netral terhadap kulit *pie* berbahan dasar tepung pisang termodifikasi fisik dengan perbandingan 30:70. Adapun perbedaan hasil penelitian lain yang mengembangkan tepung pisang menjadi berbagai olahan, seperti *cookies* dari penelitian (Yasinta et al., 2017) dan (Atika dan Lestari, 2022). Kedua penelitian tersebut menemukan formula terbaik *cookies* tepung pisang yaitu 50% tepung terigu dan 50% tepung pisang. Walaupun pada penelitian ini perbandingan tepung pisang dan tepung terigu masih di bawah persentase penelitian lainnya, namun pengembangan produk ini dapat menjadi salah satu upaya untuk dapat secara perlahan mengurangi penggunaan tepung terigu yang impor dan memiliki gluten yang tidak semua kalangan dapat mencernanya atau intoleransi gluten.

KESIMPULAN

Diantara kelima formulasi yang diuji, substitusi tepung pisang modifikasi fisik sebesar 30% (P3) merupakan formulasi yang paling disukai panelis berdasarkan atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur. Formula ini direkomendasikan untuk digunakan dalam pengolahan *pie* rendah gluten.

DAFTAR PUSTAKA

- Atika, Z., Lestari, A.P., 2022. Penambahan tepung pisang pada snack cookies terhadap uji organoleptik dan kadar kalium untuk ibu hamil. Infokes: Jurnal Ilmiah Rekam Medis dan Informasi 12, 557–563.
<https://jurnal.ikbis.ac.id/index.php/info kes/article/view/518>
- Hartoyo, A., Sunandar, F.H., 2006. Pemanfaatan tepung komposit ubi jalar putih, kecambah kedelai, dan kecambah kacang hijau sebagai substituen parsial terigu dalam produk pangan alternatif biskuit kaya energi protein. J. Teknologi dan Industri Pangan 17(1), 50–57.
<https://journal.ipb.ac.id/jtip/article/view/413>
- Hendrawan, F.M., 2019. The Effects Of Heat Treatment And Citric Acid Concentrations On The Characteristics Of Syrup From Red Cabbage (*Brassica Oleracea* L.) Colourant Powder. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Unika Soegijapranata, Semarang.
- Imandira, P.A.N., Ayustaningwarno, F., 2013. Pengaruh substitusi tepung daging ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dan tepung ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas* L.) terhadap kandungan zat gizi dan penerimaan biskuit balita tinggi protein dan β -karoten. Journal of Nutrition College 2(1), 89-97.
<https://doi.org/10.14710/jnc.v2i1.2102>
- Kemenkes, 2017. Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017. Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Kementerian Pertanian, 2024. Analisis Kinerja Perdagangan Beras. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian 14(1A), p.64
- Kementerian Pertanian, 2009. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 43/PERMENTAN/OT.140/10/2009 tentang Gerakan Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal, Kementerian Pertanian.
- Kunyanee, K., Van Ngo, T., Kusumawardani, S., Luangsakul, N., 2024. Enhancing banana flour quality through physical modifications and its application in gluten-free chips product. Foods 13, 593.
<https://doi.org/10.3390/foods13040593>
- Negara, J.K., Sio, A.K., Rifkhan, R., Arifin, M., Oktaviana, A.Y., Wihansah, R.R.S., Yusuf, M., 2016. Aspek mikrobiologis, serta sensori (rasa, warna, tekstur, aroma) pada dua bentuk penyajian keju yang berbeda. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan 4(2), 286–290.
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/ipth p/article/view/17506>
- Pratiwi, K.N.D., 2021. Gambaran kualitas nasi kotak dan nilai zat gizi makro yang dijual di Desa Peguyangan Kaja. Tugas Akhir. Program Diploma 3, Jurusan Gizi, Poltekkes Kemenkes Denpasar, Denpasar. <https://repository.poltekkes-denpasar.ac.id/8169/>
- Rani, H., Zukryandry, Z., Irawati, L., Anggraini, D., 2022. Bimtek pembuatan produk olahan pangan berbasis tepung pisang di Desa Suak Kabupaten Lampung Selatan. Prosiding Seminar Nasional Penerapan IPTEKS. Politeknik Negeri Lampung, 15 November 2022. pp. 7–14.
<https://jurnal.polinela.ac.id/SEMTEKS /article/view/3107>
- Rimbawan, R., Nasution, Z., Riana, N.U., 2024. Pengembangan produk *pie* kacang merah tinggi kalsium menggunakan tepung kepala ikan lele dan tepung chia seeds. Nutri-Sains:

- Jurnal Gizi, Pangan dan Aplikasinya 8(1), 1–18.
<https://doi.org/10.21580/ns.2024.8.1.10880>
- Rosida, D.F., Putri, N.A., Oktafiani, M., 2020. Karakteristik cookies tepung kimpul termodifikasi (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan penambahan tapioka. Agrotek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian 14, 45–56.
<https://doi.org/10.21107/agrotek.v14i1.6309>
- Sayekti, W.D., Lestari, D.A.H., Nugrahanti, D., 2020. Faktor determinan konsumsi pangan lokal rumah tangga di Provinsi Lampung. PANGAN 29(2), 127-140.
<https://doi.org/10.33964/jp.v29i2.469>
- Sitohang, K.A.K., 2015. Pengaruh Perbandingan Jumlah Tepung Terigu Dan Tepung Sukun Dengan Jenis Penstabil Terhadap Mutu Cookies Sukun. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Yasinta, U.N.A., Dwiloka, B., Nurwantoro, N., 2017. Pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung pisang terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik cookies. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 6(3), 119-123.
- Zia, M.Z., Ahmad, A., Amir, R.M., Hashim, M.M., Azam, M.T., Aziz, H., Khan, M.A., 2021. Quality evaluation of functional pie crust enriched with banana peel flour. International Journal of Agriculture and Food Science 3, 39–45.
<https://doi.org/10.33545/2664844X.2021.v3.ila.81>