

Journal of Tropical AgriFood

Vol. 8 No. 1, Maret 2026



TABLE OF CONTENTS

1–8	Pemanfaatan limbah produksi karet alam dan potensi konversinya menjadi hasil samping yang bernilai tambah: Sebuah tinjauan literatur
9–18	Efek antihiperglikemik tepung <i>parchment</i> dan pulp kulit kopi pada Tikus Wistar Diabetes Tipe 2 yang diinduksi dengan nicotinamide-streptozocotin
19–28	Evaluasi keamanan pangan ikan asin bilis (<i>Stolepherus</i> sp.) di beberapa pasar tradisional Kota Cirebon
29–37	Formulasi pembuatan sirup herbal bunga telang (<i>Clitoria ternatea</i>) dengan penambahan jahe (<i>Zingiber officinale</i>)
38–44	Karakteristik kimia mi kering yang disubstitusi dengan tepung jelai (<i>Coix lacryma-jobi</i> L.) termodifikasi <i>heat moisture treatment</i> (HMT)
45–51	Analisis kadar glukosa pada nasi yang disimpan dan dipanaskan kembali
52–65	Profil sensori susu kecambah kedelai berdasarkan sediaan bahan baku dan pemanis menggunakan metode <i>Check-All-That-Apply</i> (CATA)
66–75	Sifat sensoris, kadar air dan angka kapang khamir pada <i>cookies</i> yang diformulasi dengan terigu, umbi singkong dan tepung daun singkong (<i>Manihot utilissima</i>) selama penyimpanan
76–84	Material Flow Analysis of White Bread Production: Case Study at a Home-Scale Bakery Production in Surabaya
85–94	Evaluation of Production Efficiency and Waste Management in the Pak Imam Tofu and Tempeh Industry Using Cleaner Production Methods



SCAN ME



Link Terbitan:
https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/JTAF/issue/view/JTAF_v8i1_2026



Published by
Department of Agricultural Products Technology,
Faculty of Agriculture, Mulawarman University

Jointly With Indonesian Association of Food Technologist (PATPI).



JTAF

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

Journal of Tropical AgriFood

Volume 8 Nomor 1

Maret 2026

Penelitian

Halaman

Pemanfaatan limbah produksi karet alam dan potensi konversinya menjadi hasil samping yang bernilai tambah **Anesti Viantika Gea, Intan Aisyah, Fajar Rizki** 1-8

Efek antihiperglikemik tepung parchment dan pulp kulit kopi pada Tikus Wistar Diabetes Tipe 2 yang diinduksi dengan nicotinamide-streptozocotin **Windy Rizkaprilisa, Joshua Luwidharto, Linda Sari** 9-18

Evaluasi keamanan pangan ikan asin bilis (*Stolepherus* sp.) di beberapa pasar tradisional Kota Cirebon **Faried Affandy, Emma Rochima, Asep Agus Handaka Suryana, Iis Rostini**..... 19-28

Formulasi pembuatan sirup herbal bunga telang (*Clitoria ternatea*) dengan penambahan jahe (*Zingiber officinale*) **Fatimah Fatimah, Thomi Rahmad, Ema Lestari, Titis Linangsari** 29-37

Karakteristik kimia mi kering yang disubstitusi dengan tepung jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) termodifikasi heat moisture treatment (HMT) **Bernando Naibaho, Sukmiyati Agustin**..... 38 - 44

Analisis kadar glukosa pada nasi yang disimpan dan dipanaskan **Marcella Febrianti Inezitha Putri, Eka Farpina, Ganea Qorry Aina**..... 45-51

Profil sensori susu kecambah kedelai berdasarkan sediaan bahan baku dan pemanis menggunakan metode CATA **Christian Natanael, Hadi Munarko, Andre Yusuf Trisna Putra** 52-65

Sifat sensoris, kadar air dan angka kapang khamir pada cookies yang diformulasi dengan terigu, umbi singkong dan tepung daun singkong selama penyimpanan **Renni Oktaviani, Bernatal Saragih, Aswita Emmawati** 66-75

Material Flow Analysis of White Bread Production: Case Study at a Home-Scale Bakery Production in Surabaya **Yosef Barita Sar Manik, Sabrina Alia Radia, Nurul Ayanda Putri, Arrizal Azwar, Joaozinho Jubileu San Sao Amaral**..... 76-84

Evaluation of Production Efficiency and Waste Management in the Pak Imam Tofu and Tempeh Industry Using Cleaner Production Methods **Zuhrotul Mujayyanah, Erdi Suroso, Tanto Pratondo Utomo, Suharyono Suharyono, Sri Hidayati, Melda Nurmaisari** 85-94

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 500.000,00 (Lima ratus 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.

PEMANFAATAN LIMBAH PRODUKSI KARET ALAM DAN POTENSI KONVERSINYA MENJADI HASIL SAMPING YANG BERNILAI TAMBAH: SEBUAH TINJAUAN LITERATUR

The Utilization of Natural Rubber Production Waste and Its Conversion Potential to Value-Added By-Products: A Literature Review

Anesti Viantika Gea*, Intan Aisyah, Fajar Rizki

Program Studi D3 Pengelolaan Hasil Perkebunan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Pontianak PSDKU Kab Sanggau. Jl. Sabang Merah, Sanggau, Kalimantan Barat

**)Penulis korespondensi: anestiviantikagea@polnep.ac.id*

Submisi: 17.10.2025; Penerimaan: 13.12.2025; Dipublikasikan: 1.3.2026

ABSTRAK

Industri pengolahan karet alam di Indonesia, yang merupakan komoditas ekspor utama, menghadapi tantangan serius dari limbah cair dan padat seperti serum lateks, lumpur, biji karet, dan cangkang biji karet. Limbah-limbah ini memiliki komponen berharga tetapi juga dapat merusak lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Mempertimbangkan kesulitan dalam pengelolaan limbah dan peluang untuk meningkatkan nilai, tinjauan ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi konversi produk sampingan dan limbah dari pengolahan karet menjadi berbagai produk bernilai tambah. Tinjauan ini dilakukan secara sistematis dengan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis literatur ilmiah (2015–2025) dari basis data seperti Scopus, Web of Science, dan Google Scholar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap jenis limbah memiliki potensi konversi yang signifikan: serum lateks dapat diubah menjadi pestisida biologis, lumpur dapat menjadi biogas atau arang aktif, biji karet dapat digunakan untuk biodiesel atau produk pangan, dan cangkang biji karet dapat dibuat menjadi arang aktif atau biobriket. Potensi ini mengubah limbah menjadi aset, meningkatkan efisiensi sumber daya, dan mendukung keberlanjutan industri. Meskipun terdapat tantangan seperti komposisi bahan baku yang bervariasi, kebutuhan detoksifikasi, dan biaya investasi awal, keberhasilan pemanfaatan potensi ini bergantung pada pengembangan teknologi konversi yang efisien, penerapan konsep biorefineri terpadu, dan dukungan regulasi yang kuat.

Kata Kunci: Karet alam, Limbah, Konversi, Produk bernilai tambah, Biorefinery

ABSTRACT

The natural rubber processing industry in Indonesia, which is a key export commodity, faces serious challenges from liquid and solid waste, such as serum latex, sludge, rubber seeds, and rubber seed shells. These wastes contain valuable components but can also harm the environment if not managed properly. Considering the difficulties in waste management and opportunities for increasing value, this review explores the potential of converting by-products and waste from rubber processing into various high-value products. The review was conducted systematically by identifying, evaluating, and synthesizing scientific literature (2015–2025) from databases such as Scopus, Web of Science, and Google Scholar. The results show that each type of waste has significant conversion potential: serum latex can be turned into a biological pesticide, sludge can be converted into biogas or activated charcoal, rubber seeds can be used for biodiesel or food products, and rubber seed shells can be made into activated charcoal or bio briquettes. This potential transforms waste into assets, improves resource efficiency, and supports industry sustainability. Despite challenges such as varying raw material compositions, detoxification needs, and initial investment costs, the successful utilization of this potential depends on the development of efficient conversion technologies, application of integrated biorefinery concepts, and strong regulatory support.

Keywords: Natural rubber, Waste, Conversion, Value added products, Biorefinery

PENDAHULUAN

Karet merupakan komoditas ekspor unggulan Indonesia yang memiliki peran vital dalam perekonomian nasional, berkontribusi signifikan terhadap surplus perdagangan komoditas pertanian dan menjadi sumber pendapatan utama bagi jutaan petani di pedesaan (Kementerian Pertanian, 2021). Namun, di balik manfaat ekonominya, industri pengolahan karet menghadapi masalah lingkungan serius, yaitu limbah yang dihasilkan dari setiap tahapan proses produksi.

Proses pengolahan lateks karet dimulai dengan pengumpulan lateks segar dari kebun yang kemudian dilakukan pencampuran dengan air dalam bejana sambil disaring untuk memastikan kebersihannya dari kotoran. Tahap selanjutnya adalah pencampuran dengan asam format sambil terus diaduk agar membentuk gumpalan. Gumpalan karet kemudian melewati proses penggilingan agar menjadi pipih dan lebar, membentuk lembaran (*sheet*) karet. Lembaran-lembaran karet ini selanjutnya menjalani pengeringan dan pengasapan pada *smoked house* untuk mengurangi kadar air dan memberikan karakteristik tertentu. Setelah kering, dilakukan pemanenan normal dan kemudian penyortiran untuk memisahkan lembaran karet berdasarkan kualitasnya, seringkali disertai dengan pemotongan (*cutting*). Terakhir, lembaran karet yang telah disortir dan dipotong akan memasuki tahap pengepakan dalam bentuk bandela-bandela agar siap untuk didistribusikan atau diolah lebih lanjut (Rambe et al., 2022).

Proses pengolahan lateks alam menjadi lembaran karet (*sheet*) menghasilkan sejumlah limbah cair dan padat. Tahap koagulasi dan penggilingan, misalnya, memproduksi limbah cair berupa serum lateks dalam jumlah besar. Limbah ini, jika tidak diolah dengan baik, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, termasuk bau busuk dan pertumbuhan jamur (Sabbrojjaman et al., 2024). Di sisi lain, pembuangan hasil samping ini juga mengindikasikan hilangnya potensi nilai ekonomi yang signifikan. Padahal, bioproduk dan hasil samping pengolahan karet alam ini mengandung beragam komponen organik dan anorganik yang

sebenarnya dapat dimanfaatkan kembali. Kandungan protein, karbohidrat, mineral, dan minyak pada limbah ini menjadikannya sumber daya potensial untuk dikonversi menjadi produk lain yang bernilai lebih tinggi.

Mengingat tantangan pengelolaan limbah dan peluang konversinya menjadi hasil samping yang mempunyai nilai tambah, pengembangan teknologi pemanfaatan limbah menjadi krusial. Tinjauan literatur ini bertujuan untuk mengulas secara komprehensif potensi konversi limbah produksi karet alam menjadi berbagai hasil samping yang bernilai tambah. Pembahasannya mencakup identifikasi jenis-jenis limbah, komposisi kimianya, metode konversinya menjadi hasil samping, serta aplikasi potensial produk yang dihasilkan. Artikel ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai peluang pemanfaatan limbah karet dan mengidentifikasi arah penelitian dan pengembangan di masa depan untuk mendukung keberlanjutan industri karet alam.

METODE

Tinjauan literatur ini dilakukan secara sistematis dengan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis literatur ilmiah yang relevan mengenai pemanfaatan bioproduk dan hasil samping dari proses pengolahan karet alam. Pencarian komprehensif dilakukan pada basis data ilmiah seperti Scopus, Web of Science, dan Google Scholar, dengan fokus pada artikel yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir (2015-2025). Pemilihan artikel dilakukan secara bertahap. Pertama, artikel diidentifikasi lalu dilakukan skrining berdasarkan judul dan abstrak yang membahas pemanfaatan bioproduk atau hasil samping dari pengolahan karet alam dengan memanfaatkan kombinasi kata kunci.

Kombinasi kata kunci yang digunakan meliputi "*rubber by-products*," "*latex serum utilization*," "*sludge rubber valorization*," dan "*rubber seed oil*." Kriteria artikel yaitu yang berfokus pada aplikasi konversi hasil samping karet menjadi produk bernilai tambah. Data diekstrak meliputi jenis bioproduk, metode konversi, potensi aplikasi, serta tantangan yang dihadapi. Analisis data dilakukan secara

naratif dan komparatif untuk mengidentifikasi pola, tren, dan kesenjangan penelitian yang ada, sehingga dapat ditarik kesimpulan yang komprehensif.

Limbah Produksi Karet Alam

Limbah proses pengolahan karet alam bisa berupa zat padat dan cair. Proses penggilingan gumpalan karet menjadi lembaran dalam pengolahan lembaran karet akan memproduksi limbah cair. Limbah tersebut berasal dari sisa-sisa proses penggumpalan yang mengandung serum dari lateks serta tambahan larutan pengawet dan penggumpal saat pengolahan lembaran karet (Prastanto, 2018). Serum adalah cairan yang terpisah dari gumpalan saat lateks mengental. Lateks yang menggumpal dengan baik ditandai dengan serum yang jernih, sementara lateks yang menggumpal tidak baik ditandai dengan serum yang tidak jernih atau berwarna putih (Valentina et al., 2020). Serum lateks bisa menyebabkan bau tidak sedap pada karet serta menyebabkan perkembangan jamur (Falaah dan Cifriadi, 2016). Proses penggilingan karet dilakukan dengan tujuan untuk membentuk koagulum menjadi lembaran tipis dan sekaligus meminimalkan

kadar air serta serum di dalamnya (Wei et al., 2022). Air limbah yang dihasilkan dari proses ini cukup besar volumenya dan belum banyak dimanfaatkan, bahkan sering kali menimbulkan masalah bagi lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Limbah cair ini disebut sebagai serum. Limbah serum lateks ini mengandung protein, asam, nukleotida, garam, dan karbohidrat (Brasil et al., 2021).

Setiap pengolahan 100 kg bahan baku karet (lateks) akan menghasilkan 85% karet murni, 10% limbah cair dan 3%-5% limbah padat (Kasman dan Rani, 2025). Limbah cair dari industri karet mengandung senyawa organik seperti senyawa karbon, nitrogen, air pencuci lateks, protein, lipid, dan karoten. Dengan demikian, umumnya proses pengolahan air limbah karet dilakukan menggunakan metode lumpur aktif. Pengolahan lumpur aktif yang diproses akan menghasilkan limbah padat yang berbentuk lumpur (*sludge*) (Kasman dan Rani, 2025). Limbah itu sejauh ini belum dikelola dengan baik dan hanya ditaruh di area pabrik (Supratiningsih dan Sarengat, 2014). Limbah produksi karet alam, sumbernya, komponennya, dan karakteristiknya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Limbah dan komponennya serta karakteristiknya pada ekosistem produksi karet alam

Limbah	Sumber (Tahap Proses Pengolahan)	Komponen	Karakteristik
Serum lateks ^{1,2}	Koagulasi lateks	Protein, senyawa nitrogen, asam nukleat, nukleotida, senyawa organik, ion anorganik	pH rendah (4,9) dan bau tidak sedap
Lumpur (<i>sludge</i>) ³	Pengolahan air limbah	Bahan organik	Padat, lengket
Biji karet ^{4,5}	Buah karet	Minyak, lemak, serat, protein, energi metabolisme	Keras, mengandung HCN (toksik)
Cangkang biji karet ⁶	Pengupasan biji karet	Selulosa, lignin, hemiselulosa	Keras, biomassa padat

¹Tistama et al. (2017), ²Maryanti dan Edison (2016), ³Intarat dan Phatcharasi (2025), ⁴Fatharani et al. (2022), ⁵Hossain et al. (2015), ⁶Chantika et al. (2024).

Perkebunan karet menghasilkan biji karet, tetapi pemanfaatan biji karet belum optimal dan menjadi limbah, meskipun jumlahnya sangat banyak. Penggunaan

sebagai benih masih rendah karena umumnya getah karet yang dihasilkan dari pembibitan manual menghasilkan jumlah yang sedikit. Penggunaan biji karet sebagai sumber

makanan pernah dilakukan oleh nenek moyang untuk bahan sayur, namun di era modern ini kurang diminati bahkan tidak dikonsumsi sama sekali (Riabarleany et al., 2017). Selain itu, kulit biji karet juga merupakan limbah dari pengolahan karet alam yang tidak dimanfaatkan oleh para petani karet, hanya dibakar atau dibiarkan begitu saja. Secara fisik, cangkang biji karet memiliki karakteristik konstruksi yang keras, menandakan bahwa cangkang ini mengandung senyawa seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Astawan et al., 2018). Potensi besar limbah cangkang buah karet yang ada saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal, malah menjadi limbah tanpa nilai ekonomi. Sementara itu, bahan tersebut memiliki kemampuan untuk diubah menjadi produk yang lebih berguna dan bernilai,

contohnya karbon aktif melalui metode karbonisasi dan aktivasi (Firman et al., 2018).

Konversi Limbah Menjadi Hasil Samping

Komposisi dan karakteristik yang unik dari berbagai bioproduk serta hasil samping pengolahan karet alam menunjukkan adanya potensi signifikan untuk dikonversi menjadi produk yang bernilai tambah. Mulai dari limbah cair, yang utamanya berupa serum lateks ditemukan kandungan biomassa terlarut yang melimpah. Cairan ini, yang sebelumnya sering menjadi penyebab masalah lingkungan, kini dapat dioptimalkan sebagai substrat kaya nutrisi untuk dijadikan fungisida hayati dengan mengisolasi kandungan protein didalamnya. Produk bernilai tambah dari bioproduk dan hasil samping karet dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konversi limbah produksi karet alam menjadi hasil samping yang bernilai tambah

Metode Proses yang diaplikasikan	Limbah terkonversi menjadi hasil samping	Produk Bernilai Tambah yang dihasilkan
Bioprosesing (Isolasi protein)	Serum lateks	Fungisida hayati ¹
Digester anaerobik Karbonisasi Dry mixing Pirolisis	Lumpur (sludge)	Biogas, pupuk kompos cair ² Karbon aktif ³ Ubin keramik ⁴ Briket ⁵
Fermentasi Pengeringan Ekstraksi Ekstraksi	Biji karet	Tempe ⁶ Keripik ⁷ Biodiesel ⁸ Minyak pangan ⁹
Pirolisis Delignifikasi Karbonisasi Pirolisis	Cangkang biji karet	Biobriket ¹⁰ Adsorben logam berat ¹¹ Arang aktif ¹² Asap cair ¹³

¹Tistama et al. (2017), ²Kresnawaty et al. (2016), ³Ihsan et al. (2023), ⁴Vichaphund et al. (2012), ⁵Intarat dan Phatcharasi (2025), ⁶Fatharani et al. (2022), ⁷Purnomo et al. (2023), ⁸Oyekunle et al. (2024), ⁹Setyawardani et al. (2013), ¹⁰Hadijah et al. (2019), ¹¹Aminin et al. (2021), ¹²Firman et al. (2018), ¹³Jaya et al. (2019).

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pada limbah padat terdapat peluang konversi yang tidak kalah menjanjikan. Lumpur (*sludge*) dari unit pengolahan air limbah, yang merupakan campuran heterogen padatan organik dan anorganik, dapat diolah menjadi briket bahan bakar padat, menawarkan alternatif energi yang efisien dan mengurangi volume limbah. Tidak hanya satu produk,

melainkan banyak produk yang didapatkan dari pemanfaatan lumpur lateks ini. Selain briket, lumpur juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas, ubin keramik, dan arang aktif. Tidak hanya pada lumpur, biji karet yang terbuang juga yang dihasilkan secara melimpah di perkebunan menyimpan potensi sebagai sumber minyak nabati non-pangan. Minyak ini dapat diekstraksi dan

diproses menjadi biodiesel, menyediakan pasokan energi terbarukan. Dapat pula dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan seperti tempe dan keripik. Sementara itu, cangkang biji karet yang memiliki struktur lignoselulosa dapat dikarbonisasi dan diaktivasi secara kimia menjadi arang aktif, sebuah material adsorben berpori efektif untuk aplikasi remediasi polutan, seperti logam berat dalam air limbah, menjadi asap cair dan biobriket. Berbagai jalur konversi ini menunjukkan adanya strategi substansial untuk tidak hanya mengurangi dampak lingkungan dari limbah, tetapi juga menciptakan nilai ekonomi dan memperkuat efisiensi sumber daya dalam keseluruhan ekosistem industri karet alam.

Tantangan dan Prospek

Walaupun konversi limbah dari pemrosesan karet alam menjadi hasil samping yang dapat diolah menjadi produk bernilai tinggi sangat menjanjikan, pencapaian potensi sepenuhnya tidak terlepas dari berbagai tantangan yang besar. Dari sudut pandang teknis, isu utama umumnya timbul dari perbedaan komposisi bahan baku hasil samping yang dapat berubah dipengaruhi oleh musim atau cara budidaya, sehingga menyulitkan standarisasi proses konversi (Sinaga et al., 2017). Selain itu, kandungan air yang tinggi pada material seperti serum lateks dan sludge memerlukan dehidrasi awal yang menghabiskan banyak energi, sedangkan kehadiran zat berbahaya seperti linamarin dalam biji karet memerlukan pengembangan metode detoksifikasi yang efektif dan aman (Bottier, 2020; Ningsih et al., 2015). Tantangan serupa muncul di tingkat operasional, di mana kelangsungan pasokan limbah dalam jumlah yang memadai dan kebutuhan teknologi konversi tertentu sering kali menjadi penghalang dalam implementasi skala industri.

Di samping itu, aspek ekonomi dan regulasi juga memiliki peranan krusial dalam menentukan keberhasilan inisiatif ini. Modal awal yang tinggi untuk pembangunan infrastruktur dan pembelian peralatan konversi modern sering kali menjadi tantangan bagi pelaku industri, khususnya untuk usaha kecil dan menengah (Maria et al.,

2024). Dengan demikian, evaluasi ekonomi terhadap hasil akhir perlu dilakukan secara cermat, mengingat adanya perubahan harga pasar dan persaingan yang ketat dari produk konvensional. Dari sudut pandang kebijakan, absennya kerangka regulasi yang komprehensif atau insentif fiskal yang memadai dapat menghalangi percepatan penerapan inovasi dalam pemanfaatan bioproduk dan produk samping tersebut.

Tantangan-tantangan ini sebenarnya menawarkan kesempatan untuk penelitian dan pengembangan di kemudian hari. Konsep biorefineri terintegrasi, dari berbagai fraksi biomassa diproses secara simultan untuk menghasilkan beragam produk bernilai, muncul sebagai arah yang sangat menjanjikan. Pengembangan teknologi konversi yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan terjangkau, termasuk penemuan katalis inovatif atau sistem biologi yang lebih baik, akan terus menjadi fokus perhatian. Akhirnya, dukungan kuat dari pemerintah melalui kebijakan yang mendukung lingkungan dan insentif ekonomi, serta kolaborasi yang erat antara akademisi, industri, dan pemerintah, akan menjadi kunci untuk menghadapi tantangan yang ada dan merealisasikan potensi penuh bioproduk karet dalam menciptakan industri yang lebih berkelanjutan dan kompetitif.

KESIMPULAN

Limbah dari proses produksi karet alam, seperti serum lateks, lumpur (sludge), biji karet, dan cangkang biji karet, dapat dikonversi menjadi hasil samping dengan nilai ekonomi dan lingkungan yang besar. Melalui aplikasi metode proses yang telah dikenal luas, limbah tersebut dapat dikonversi menjadi hasil samping yang kemudian diolah menjadi produk bernilai tinggi, seperti fungsida organik, arang aktif, biodiesel, dan briket bahan bakar. Potensi ini mengubah cara pandang limbah menjadi aset, serta menciptakan kesempatan untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan keberlanjutan industri karet secara keseluruhan.

Walaupun begitu, pelaksanaan konversi ini menemui berbagai tantangan, khususnya berkaitan dengan perbedaan

komposisi bahan baku, kebutuhan investasi, dan pentingnya dukungan regulasi yang solid. Keberhasilan dalam memanfaatkan potensi ini sangat bergantung pada pengembangan teknologi konversi yang lebih efisien dan terjangkau, serta kerjasama yang erat antara pemerintah, akademisi, dan sektor industri. Pendekatan biorefinery yang terintegrasi dan dukungan kebijakan yang sesuai diperlukan untuk melakukan evolusi industri karet alam menjadi sektor yang lebih inovatif, kompetitif, dan berkelanjutan di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminin, D., Oktasari, A., Wijayanti, F., 2021. Pemanfaatan cangkang buah karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai adsorben logam berat timbal (Pb). Cakra Kim. Indonesian E-Journal Appl. Chem. 10, 24–31.
- Astawan, I.K.S., Agustina, L., Susi, 2018. Pemanfaatan cangkang biji karet (*Hevea brasiliensis*) dan cangkang kemiri (*Aleurites moluccana*) sebagai bahan baku biobriket. Ziraa'ah 43, 111–122. <https://doi.org/10.31602/zmip.v43i2.1276>
- Bottier, C., 2020. Biochemical composition of *Hevea brasiliensis* latex: A focus on the protein, lipid, carbohydrate and mineral contents, Advances in Botanical Research 93, 201–237. <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2019.11.003>
- Brasil, G.S.P., de Barros, P.P., Miranda, M.C.R., de Barros, N.R., Junquiera, J.C., Gomez, A., Herculano, R.D., Mendonça, R.J., 2021. Natural latex serum: characterization and biocompatibility assessment using *Galleria mellonella* as an alternative in vivo model. J. Biomater. Sci. 33(6), 705–726. <https://doi.org/10.1080/09205063.2021.2014027>.
- Chantika, N.C., Hafiza, N., Rusnadi, I., Syakdani, A., Hilwatullisan, H., 2024. Pengaruh komposisi biji jarak, cangkang biji karet dan jumlah katalis zeolit terhadap hasil syngas pirolisis. J. Redoks 9, 213–220. <https://doi.org/10.31851/redoks.v9i2.16623>
- Falaah, A.F., Cifriadi, A., Chalid, M., 2016. Pengaruh jenis karet alam terhadap sifat fisika vulkanisat karet untuk produk bantalan jembatan. Jurnal Sains Materi Indonesia 17(2), 69–76.
- Fatharani, E.F., Sari, R.N., Harahap, A.M., 2022. Studi literatur pemanfaatan biji karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai bahan baku tempe di Desa Galang Suka. J. Pendidik. Tambusai 6, 250–255.
- Firman, F., Taufik, T., Kusyanto, K., Nisa, C., 2018. Pemanfaatan cangkang buah karet sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Prosiding Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M) 1018 3, 110–115.
- Hadijah, S., Prasetya, M., Astuti, B., 2020. Pemanfaatan cangkang biji karet sebagai biobriket. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana. UNNES 3(1), 52–28.
- Hossain, E., Karim, M.H., Alam, S., Nath, S.K., 2015. Nutritive value of rubber seed (*Hevea brasiliensis*). Online J. Anim. Feed Res. 5(1), 18–21.
- Ihsan, M., Yerizam, M., Aznury, M., 2023. Pembuatan karbon aktif dari sludge waste untuk pemurnian minyak jelantah sebagai raw material biodiesel. J. Pendidik. Tambusai 7, 21583–21590.
- Intarat, N., Phatcharasit, K., 2025. The potential of latex waste sludge as an alternative fuel briquettes. ASEAN J. Sci. Technol. Reports 28(2), 2256410. <https://doi.org/10.55164/ajstr.v28i2.256410>
- Jaya, J.D., Sandri, D., Setiawan, A., 2019. Pembuatan asap cair dari cangkang biji karet dan aplikasinya sebagai koagulan lateks. J. Teknol. Agro-Industri 6, 100–107. <https://doi.org/10.34128/jtai.v6i2.100>

- Kasman, M., Rani, D.P., 2025. Analisis efektivitas adsorben campuran crumb rubber sludge dengan tatal karet untuk penyisihan parameter pencemar air limbah industri crumb rubber. *J. SLUMP TeS* 3(2), 34–41. <https://doi.org/10.52072/slumptes.v3i2.1166>
- Kementerian Pertanian, 2024. Analisis Kinerja Perdagangan Karet. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian 14(2D), p.68.
- Kresnawaty, I., Susanti, I., Siswanto, Tri-Panji, 2016. Optimisasi produksi biogas dari limbah lateks cair pekat dengan penambahan logam. *E-Journal Menara Perkeb.* 76, 23–35. <https://doi.org/10.22302/ppbbi.jur.mp.v76i1.92>
- Maria, V., Situmeang, T., Ardana, R.F., 2024. Strategi pengembangan usaha mikro kecil menengah (UMKM) berbasis ekonomi kreatif di Kecamatan Serang, Kabupaten Serang. *SAMMAJIVA J. Penelit. Bisnis dan Manaj.* 2(2), 12-36. <https://doi.org/10.47861/sammajiva.v2i2.980>
- Maryanti, M., Edison, R., 2016. Pengaruh dosis serum lateks terhadap koagulasi lateks (*Hevea brasiliensis*). *J. Agro Ind. Perkeb.* J. AIP 4(1), 54-59. <https://doi.org/10.25181/aip.v4i1.36>
- Ningsih, S.W., Restusari, L., Vitari, A.A., 2015. Studi metode penurunan kadar HCN pada biji karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai bahan pangan alternatif. *J. Kesehat.* 6(1), 96–101. <https://doi.org/10.26630/jk.v6i1.36>
- Oyekunle, D.T., Gendy, E.A., Barasa, M., Oyekunle, D.O., Oni, B., Tiong, S.K., 2024. Review on utilization of rubber seed oil for biodiesel production: Oil extraction, biodiesel conversion, merits, and challenges. *Clean. Eng. Technol.* 21, 100773. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2024.100773>
- Prastanto, H., 2018. Penggunaan Tz sebagai anti prakoagulasi lateks pada proses pembuatan rss dengan penggumpal asam format. *War. Perkaretan* 37, 119–128. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v37i2.592>
- Purnomo, A., Purnamasari, S., Hadi, A., Zahra Maulida, A., 2023. Pemanfaatan limbah biji karet menjadi olahan makanan kripik bernilai ekonomis. *Kumawula J. Pengabdi. Kpd. Masy.* 6, 335–344. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v6i2.42025>
- Rambe, M.Y., Rizal, K., Mustamu, N.E., Sepriani, Y., 2022. Analisis pengolahan lateks karet di PT. PP. London Sumatra (LONSUM), Tbk Sei Rumbia, Labuhanbatu Selatan, Indonesia. *Agro Bali Agric. J.* 5, 349–357. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i2.963>
- Riabarleany, D., Heriyanto, H., Heriyanto, H., Muliadini, W., Hidayat, T., Teknik, F., Sultan, U., Tirtayasa, A., 2017. Teknologi pengolahan limbah biji karet menjadi produk olahan makanan ringan. *J. Agro Bioteknol.* 5, 64–78.
- Sabbrojjaman, M., Liu, Y., Tafsirojjaman, T., 2024. A comparative review on the utilisation of recycled waste glass, ceramic and rubber as fine aggregate on high performance concrete: Mechanical and durability properties. *Dev. Built Environ.* 17. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100371>
- Setyawardani, D.A., Alkautsar, H.S., Fadhilah, U.R., 2013. Pengolahan biji karet sebagai bahan baku pembuatan minyak pangan (*edible oil*). *Ekuilibrium* 12, 23–26. <https://doi.org/10.20961/ekuilibrium.v12i1.2174>
- Sinaga, D.M., Irsal, Mawarni, L., 2017. Pengaruh curah hujan dan hari hujan terhadap produksi karet berumur 7, 10 dan 13 tahun di Kebun Sei Baleh Estate PT. Bakrie Sumatera Plantations, Tbk. *J. Agroekoteknologi* 5, 93–102.

- Supraptiningsih, Sarengat, N., 2014. Pemanfaatan limbah padat industri karet remah (crumb rubber) untuk pembuatan kompos. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik* 30(1), 35–42.
- Tistama, R., Minati, W., Darajat, M.R., Dalimunthe, C.I., 2017. Pemanfaatan protein lateks *Hevea brasiliensis* sebagai pengendali penyakit tanaman. *J. Penelit. Karet* 1(1), 39–48. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v1i1.294>
- Valentina, A., Herawati, M.M., Agus, Y.H., 2020. Pengaruh asam sulfat sebagai bahan koagulan lateks terhadap karakteristik karet dan mutu karet. *J. Penelit. Karet* 38(1), 85–94. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v38i1.639>
- Vichaphund, S., Intiya, W., Kongkaew, A., Loykulnant, S., Thavorniti, P., 2012. Utilization of sludge waste from natural rubber manufacturing process as a raw material for clay-ceramic production. *Environ. Technol.* 33, 2507–2510. <https://doi.org/10.1080/09593330.2012.668941>
- Wei, J., Othman, N., Hayati, N., 2022. Various coagulation techniques and their impacts towards the properties of natural rubber latex from *Hevea brasiliensis* — a comprehensive review related to tyre application. *Ind. Crop. Prod.* 181, 114835. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114835>

EFEK ANTIHIPERGLIKEMIK TEPUNG KULIT KOPI PARCHMENT DAN KULIT KOPI PULP PADA TIKUS WISTAR DIABETES TIPE 2 YANG DIINDUKSI DENGAN NICOTINAMIDE-STREPTOZOTOCIN

Antihyperglycemic Effect of Parchment Coffee Husk and Coffee Husk Pulp Flour on Type 2 Diabetic Wistar Rats Induced with Nicotinamide-Streptozotocin

Windy Rizkaprilisa*, Joshua C. N. Luwidharto, Linda F. Sari

Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Pangan dan Ilmu Kesehatan, Universitas Sugeng Hartono, Sukoharjo, 57552

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

Submisi: 29.9.2025; Penerimaan: 10.1.2026; Dipublikasikan: 1.3.2026

ABSTRAK

Diabetes melitus tipe 2 (DMT2) adalah penyakit metabolik dengan hiperglikemia akibat resistensi insulin dan disfungsi sel β pankreas. Pencegahan dan pengendalian dapat dilakukan dengan pangan fungsional berbasis bahan lokal. Limbah pengolahan kopi, yaitu pulp dan parchment kulit kopi, kaya serat pangan dan senyawa bioaktif seperti asam klorogenat, fenol, flavonoid, dan kafein yang berpotensi menurunkan glukosa darah. Penelitian ini mengevaluasi efek antihiperqlikemik tepung pulp dan parchment kulit kopi pada tikus Wistar model DMT2. Penelitian terdiri dari lima kelompok: normal, kontrol negatif, kontrol positif glibenklamid, perlakuan tepung pulp, dan tepung parchment. Induksi diabetes dengan nicotinamide-streptozotocin, intervensi selama 14 hari. Parameter yang diamati: berat badan, kadar glukosa darah puasa, analisis serat pangan, dan senyawa bioaktif pada tepung kulit kopi. Hasil menunjukkan tepung parchment memiliki serat pangan total lebih tinggi (76,78%) dibanding pulp (57,47%), sedangkan pulp memiliki aktivitas antioksidan, fenol, flavonoid, dan kafein lebih tinggi. In vivo, pemberian tepung pulp dan parchment menurunkan glukosa darah puasa tikus lebih signifikan dibanding kontrol positif glibenklamid, sekaligus meningkatkan berat badan yang menurun akibat induksi diabetes. Efek antihiperqlikemik diduga berasal dari kombinasi serat pangan dan senyawa bioaktif yang meningkatkan sensitivitas insulin, memperlambat penyerapan glukosa, serta melindungi sel β pankreas dari stres oksidatif.

Kata kunci: Diabetes melitus, kulit kopi, antihiperqlikemik, pangan fungsional

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a metabolic disease characterized by hyperglycemia due to insulin resistance and pancreatic β -cell dysfunction. Prevention efforts can be achieved through functional foods from local ingredients. Coffee processing waste as pulp and parchment skin contains dietary fiber and bioactive compounds like chlorogenic acid, phenols, flavonoids, and caffeine that can lower blood glucose levels. This study evaluates the antihyperglycemic effects of coffee pulp and parchment skin flour on Wistar rats with T2DM. The study included five groups: normal group, negative control, positive control glibenclamide, pulp flour treatment, and parchment flour. Diabetes induction used nicotinamide-streptozotocin, followed by intervention for 14 days. Parameters included body weight, fasting blood glucose levels, and analysis of dietary fiber and bioactive compounds. Results showed parchment flour had higher total dietary fiber content (76.78%) than pulp (57.47%), while pulp had higher antioxidant, phenol, flavonoid, and caffeine activity. Administration of pulp and parchment flour reduced fasting blood glucose levels more significantly than glibenclamide, while increasing body weight loss from diabetes induction. The antihyperglycemic effect likely stems from dietary fiber and bioactive compounds that increase insulin sensitivity, slow glucose absorption, and protect pancreatic β cells from oxidative stress.

Keywords: Diabetes mellitus, coffee pulp, antihyperglycemic, functional food

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan penyakit metabolik yang ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa darah melebihi batas normal (kadar gula darah puasa >125 mg/dL atau kadar gula darah sewaktu >200 mg/dL) yang dikenal sebagai hiperglikemia. Berdasarkan Organisasi International Diabetes Federation (IDF), tahun 2021 menunjukkan bahwa sekitar 28,6 juta penduduk Indonesia berusia 20-79 tahun terkena Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) dengan prevalensi 10,6%. Indonesia menduduki peringkat kelima negara terbesar di dunia dengan jumlah penderita diabetes sebanyak 19,47 juta jiwa (Kemenkes, 2025). Tipe-tipe diabetes melitus (DM) terdiri dari diabetes melitus tipe 1 (DMT1), diabetes melitus tipe 2 (DMT2), diabetes gestasional, dan diabetes melitus tipe lain. Diantara keempat tipe DM tersebut yang paling banyak terjadi di Indonesia adalah DMT2.

Penderita diabetes melitus tipe 2 mengalami defisiensi insulin relatif yang disebabkan oleh disfungsi sel beta pankreas dalam mensekresikan insulin yang cukup dalam upaya mengontrol peningkatan kadar glukosa darah. Hal ini disebut dengan resistensi insulin yang bisa terjadi karena adanya kelainan sekresi insulin, cara kerja insulin, ataupun kelainan pada keduanya (Widiasari et al., 2021). DMT2 ini tidak hanya terjadi pada orang dewasa dan lansia, tetapi juga diderita oleh anak-anak dan remaja. Gaya hidup tidak sehat seperti kurangnya aktivitas fisik dan pola makan yang buruk dapat menyebabkan terjadinya obesitas dan DMT2. Kurang aktivitas fisik menyebabkan zat makanan yang masuk kedalam tubuh tidak dibakar tetapi ditimbun dalam tubuh sebagai lemak dan gula dalam bentuk glukosa. Apabila insulin tidak mencukupi untuk mengubah glukosa menjadi energi maka akan menyebabkan terjadinya DM tipe 2 (ANRI, 2022).

Dalam pengolahan biji kopi dihasilkan juga limbah berupa kulit kopi yaitu husk, pulp, parchment, dan silverskin (Machado et al., 2023). Kulit kopi husk diperoleh setelah proses pengeringan dengan metode pengolahan kopi kering (*dry processing method*). Pulp diperoleh setelah proses

pembersihan, sedangkan parchment diperoleh setelah proses fermentasi dan pengeringan pada dengan metode basah (*wet processing method*). Silverskin diperoleh setelah proses roasting biji kopi (Pyrzynska, 2024). Kulit kopi tersebut memiliki kandungan antioksidan dan serat pangan yang tinggi sehingga berpotensi sebagai pangan fungsional. Kandungan serat pangan yang dimiliki oleh kulit kopi antara lain husk 26–32 g/100 g, pulp 16–24 g/100 g, parchment 89–92,6 g/100 g, dan silver skin 55–74 g/100 g (Santos et al., 2021). Kulit kopi juga memiliki kandungan komponen bioaktif antara lain husk mengandung fenol 384–455 mg GAE/100 g dan total flavonoid 7–8,47 mg QE/100 g, pulp mengandung fenol 255–453 mg GAE/100 g, parchment mengandung fenol 228–284 mg GAE/100 g, serta silverskin mengandung fenol 10,75–17,3 g GAE/100 g dan flavonoid 2,73 mg QE/g (Gemechu, 2020). Antioksidan berperan dalam mengurangi radikal bebas, mengatur metabolisme glukosa dengan mengurangi resistensi insulin, sedangkan serat pangan dapat mengurangi laju penyerapan glukosa yang dapat menurunkan risiko resistensi insulin sehingga kulit kopi berpotensi sebagai antihiperglikemik yang dapat menurunkan kadar glukosa darah dan mencegah obesitas (Sia et al., 2024). Serat pangan dan antioksidan yang tinggi dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan menghambat penyerapan glukosa dan membantu meningkatkan kontrol glikemik sehingga direkomendasikan untuk penderita diabetes tipe 2 (Silva et al., 2024).

Kulit kopi dapat dimanfaatkan dalam diversifikasi pangan menjadi berbagai bentuk olahan pangan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan mendukung ketahanan pangan dengan memanfaatkan potensi lokal, serta pemberdayaan limbah menjadi produk yang bermanfaat. Berbagai olahan produk pangan yang dibuat dengan menggunakan kulit kopi seperti tepung, cookies, roti, dan minuman. Penambahan kulit parchment dan silverskin pada pembuatan roti telah terbukti dapat meningkatkan kandungan serat pangan dan antioksidan (Rizkaprilisa et al., 2023a; Rizkaprilisa et al., 2023b). Produknya juga memiliki cita rasa yang dapat diterima oleh panelis. Oleh karena itu, potensi kulit kopi

sebagai antihiperglikemik dapat dimanfaatkan menjadi olahan pangan yang berperan dalam menurunkan prevalensi diabetes melitus di Indonesia. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian tepung kulit kopi (pulp dan parchment) pada tikus diabetes tipe 2 yang diinduksi streptozotocin-Na untuk mengetahui efek antihiperglikemiknya.

BAHAN DAN METODE

Bahan

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

Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan *pre-post test control group design*. Penelitian dilaksanakan pada laboratorium di Pusat Studi Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu pemberian tepung kulit pulp dan tepung kulit parchment kopi. Variabel terikat penelitian ini efek antihiperglikemik yaitu aktivitas antioksidan, kandungan kafein, asam klorogenat, flavonoid, fenol, serat pangan dari tepung kulit kopi pulp dan parchment serta pengaruhnya terhadap nya yang ditunjukkan dari berat badan dan kadar glukosa darah yang diukur pada hari ke 7 dan 14.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Tepung Kulit Kopi Pulp dan Parchment

Pembuatan tepung kulit kopi dilakukan sesuai prosedur paten WO 2013/004873 (del Castillo et al., 2013) dengan beberapa modifikasi. Sebanyak 50 g kulit kopi (pulp dan parchment) diekstraksi dengan 1 L aquades selama 10 menit. Ekstrak disaring dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C hingga berat konstan. Ekstrak kering digiling menggunakan mesin penggiling (4MFJ - Huang Cheng-800g, China) hingga membentuk tepung.

Analisis Komposisi Kimia Tepung Kulit Pulp dan Parchment

Analisis kadar antioksidan akan menggunakan metode DPPH (Mokoginta et al., 2020). Analisis kadar kafein dan asam klorogenat akan menggunakan menggunakan spektrofotometer UV Vis (Genesys 150, USA) berdasarkan metode Putri, et al., (2024). Analisis total fenol menggunakan metode kolorimetri Folin-Ciocalteu (Laela, 2025). Analisis flavonoid menggunakan spektrofotometer UV Vis (Genesys 150, USA) berdasarkan metode (Yusuf, 2022). Analisis serat pangan total menggunakan metode AOAC-991.43 dan AACC-32.07.01 (McCleary, et al., 2012).

Analisis efek antihiperglikemik secara in vivo

Persiapan hewan coba

Hewan coba yang digunakan adalah tikus putih jantan galur Wistar (*Rattus norvegicus*) berumur 2-3 bulan yang diperoleh dari Pusat Studi Pangan dan Gizi UGM. Penggunaan hewan coba ini telah mendapat persetujuan dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret No: 132/UN27.06.11/KEP/EC/2025.

Jumlah tikus yang digunakan dihitung berdasarkan rumus Federer yaitu 6 ekor per kelompok. Penelitian ini menggunakan 5 kelompok tikus yang dikenakan perlakuan, yaitu normal (tidak diinjeksi SZN-NA dan tanpa intervensi), kontrol negatif (diinjeksi SZN-NA tanpa intervensi), kontrol positif (diinjeksi SZN-NA dengan intervensi glibenklamid dosis 0,45 mg/kg), intervensi tepung pulp (diinjeksi SZN-NA dengan intervensi 3,375 g tepung pulp per 200 g bb), dan intervensi tepung parchment (diinjeksi SZN-NA dengan intervensi 0,607 g tepung parchment per 200 g bb).

Tiga puluh tikus tersebut diadaptasi selama 7 hari dan dipelihara dalam kandang bersuhu berkisar 20-25°C dengan pencahayaan yang baik dan diberikan pakan jenis comfeed dan minum aquades secara ad libitum. Tikus model diabetes tipe 2 dibuat dengan cara melakukan induksi dimulai dari injeksi nicotinamide (NA) dosis 110 mg/kg yang dilarutkan sebanyak 0,1 mL dalam NaCl 0,9% secara intraperitoneal kemudian ditunggu selama 15 menit dan dilanjutkan

dengan injeksi streptozotocin (STZ) dengan dosis 45 mg/kg yang dilarutkan dalam 0,1 mL buffer sitrat pH 4,5 kemudian tikus diaklimatisasi selama 3 hari (Authoria et al., 2023).

Pengukuran Kadar Glukosa

Sampel darah diambil secara retroorbitalis sebanyak 3 mL yang ditampung dalam tabung vacutainer EDTA kemudian dilakukan sentrifus selama 15 menit untuk memisahkan plasma dan eritrositnya, kemudian plasma diambil menggunakan micropipette dan ditampung ke tube. Kadar glukosa darah puasa dilakukan pemeriksaan sebanyak dua kali yaitu sebelum dan sesudah intervensi yaitu pada hari ke-0 dan hari ke-14 dengan metode Glucose Oksidase-Peroxidase Aminoantipirin (GOD PAP).

Penimbangan Berat Badan Tikus

Penimbangan berat badan tikus menggunakan timbangan digital (CAS SW-1A, Korea) yang dilakukan sebanyak 5 kali yaitu pre-aklimatisasi, pasca-aklimatisasi, post-induksi NA-STZ, serta post-intervensi setelah 7 hari dan 14 hari.

Analisis Data

Data dianalisis dengan One-Way ANOVA, dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk kelompok perlakuan yang menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$). Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Ekstrak Kulit Kopi

Ekstrak Ekstrak kulit kopi pulp dan parchment yang telah ditepungkan dilakukan analisis kadar antioksidan, kadar kafein, kadar asam klorogenat, dan kadar serat pangan total (Tabel 1). Hasil analisis tersebut untuk mengetahui pengaruh efek antihiperglikemik yang terjadi pada tikus diabetes melitus tipe 2 secara *in vivo* dari tepung kulit kopi pulp dan parchment.

Tabel 1. Komposisi kimia Tepung Kulit Kopi Pulp dan Parchment

Komposisi kimia (%)	Tepung Pulp	Tepung Parchment
Serat Pangan Terlarut	2,203±0,035 ^a	2,947±0,018 ^b
Serat Pangan Tidak Larut	55,270±0,069 ^a	73,803±0,075 ^b
Serat Pangan Total	57,473±0,093 ^a	76,778±0,073 ^b
Kafein	0,485±0,012 ^b	0,051±0,056 ^a
Total Fenol	0,070±0,002 ^b	0,029±0,125 ^a
Flavanoid	1,673±0,005 ^b	0,260±0,010 ^a
Antioksidan	89,168±0,126 ^b	11,586±0,125 ^a

Keterangan: Data (mean ± SD) diperoleh dari tiga ulangan. Data dianalisis menggunakan ANOVA. Data pada baris yang sama yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Tepung kulit kopi parchment memiliki serat pangan total lebih tinggi 30% dibandingkan dengan tepung kulit kopi pulp (Tabel 1). Parchment memiliki kandungan serat total sangat tinggi terutama xylan (berbasis xilosa), serta memiliki sifat hipoglikemik dan hipolipidemik sehingga memiliki potensi yang lebih besar sebagai bahan pangan dengan serat tinggi (Benitez et al., 2019).

Tepung kulit pulp memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kulit kopi parchment (Tabel 1). Hal ini ditunjukkan pula dari kadar kafein, fenol, dan flavonoid yang berperan sebagai antioksidan sehingga memiliki potensi yang lebih besar sebagai sumber senyawa bioaktif untuk pangan fungsional. Hal yang sama juga ditunjukkan pada hasil penelitian Machado et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pulp memiliki kadar antioksidan (kafein, fenol, dan flavonoid) yang lebih besar, sedangkan parchment memiliki serat pangan yang lebih besar. Oleh karena itu, kedua kulit kopi ini memiliki potensi yang berbeda sebagai pangan fungsional. Untuk membuktikan dari kedua kulit kopi tersebut yang memiliki potensi sebagai antidiabetes maka dilakukan analisis efek antihiperglikemik secara *in vivo*.

Tabel 2. Pengaruh intervensi tepung kulit pulp dan tepung kulit parchment kopi terhadap perkembangan berat badan tikus DM tipe 2 (g)

Kelompok Tikus	Pre-aklimatisasi	Pasca-aklimatisasi	Post-induksi NA-STZ	Post-intervensi setelah 7 hari	Post-intervensi setelah 14 hari
Normal (T1)	182,500 ± 1,870	189,500 ± 1.870	194,166 ± 2,316 ^b	202,333 ± 2,581 ^c	211,000 ± 2,607 ^d
Kontrol negatif (T2)	183,000 ± 3,464	190,000 ± 2.898	180,500 ± 2,428 ^a	172,500 ± 1,870 ^a	164,500 ± 2,428 ^a
Kontrol positif (T3)	180,500 ± 4,593	187,166 ± 4.400	178,833 ± 4,535 ^a	181,666 ± 4,966 ^b	186,166 ± 4,167 ^b
Intervensi					
Tepung kulit pulp kopi (T4)	181,333 ± 2,943	188,166 ± 3.060	179,333 ± 3,141 ^a	184,500 ± 3,937 ^b	190,333 ± 3,141 ^c
Tepung parchment kopi (T5)	182,000 ± 3,346	188,666 ± 3.141	179,666 ± 3,011 ^a	185,166 ± 2,926 ^b	191,166 ± 3,188 ^c

Keterangan:

Tikus model diabetes tipe 2 dibuat dengan cara melakukan induksi dimulai dari injeksi nicotinamide (NA) dosis 110 mg/kg yang dilarutkan sebanyak 0,1 mL dalam NaCl 0,9% secara intraperitoneal kemudian ditunggu selama 15 menit dan dilanjutkan dengan injeksi streptozotocin (STZ) dengan dosis 45 mg/kg yang dilarutkan dalam 0,1 mL buffer sitrat pH 4,5.

Data (*mean* ± SD) diperoleh dari 6 ulangan. Data dianalisis dengan one-way ANOVA. Data pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

T1 = tidak diinjeksi NA-STZ dan tanpa intervensi

T2 = diinjeksi NA-STZ tanpa intervensi

T3 = diinjeksi NA-STZ dengan intervensi glibenklamid dosis 0,45 mg/kg

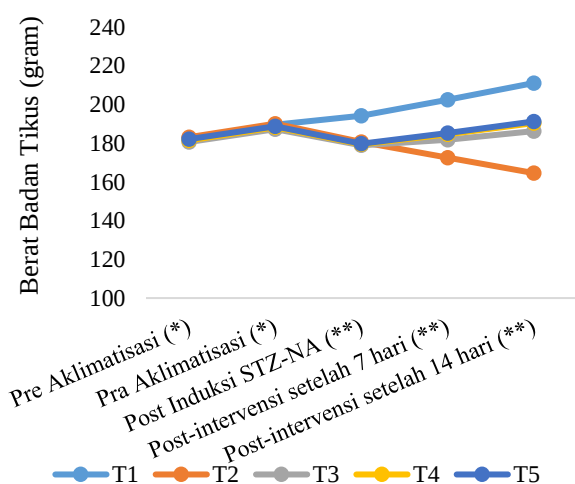
T4 = diinjeksi NA-STZ dengan intervensi 3,375 g tepung pulp per 200 g bb

T5 = diinjeksi NA-STZ dengan intervensi 0,607 g tepung parchment per 200 g bb

Efek Antihiperglikemik Secara *in Vivo*

Efek antihiperglikemik pada tikus dilihat dari perubahan berat badan tikus dan kadar glukosa puasa tikus. Penimbangan berat badan tikus bertujuan untuk melihat pengaruh pemberian tepung kulit kopi pulp dan parchment terhadap perubahan berat badan selama penelitian berlangsung. Pengukuran kadar glukosa darah bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari berbagai perlakuan terhadap perubahan kadar glukosa darah puasa setelah diberikan intervensi selama 14 hari (Tabel 2).

Gambar 1 memberikan ilustrasi yang jelas bahwa pasca induksi STZ-NA yang bertujuan membuat tikus menjadi diabetes melitus tipe 2 rata-rata mengalami penurunan berat badan baik kelompok T2, T3, T4, dan T5. Salah satu gejala utama dari kondisi diabetes melitus terjadinya penurunan berat badan. Streptozotocin berperan dalam merusak sel β pankreas sehingga terjadi defisiensi insulin relatif, dan pemberian nicotinamide bertujuan untuk mempertahankan sebagian fungsi sel β tersebut (Yan, 2022). Kekurangan insulin ini mengurangi pemanfaatan glukosa sebagai sumber energi sehingga tubuh beralih pada lipolisis dan proteolisis untuk menghasilkan energi (Nakamura et al., 2006). Hal inilah yang menyebabkan berat badan menurun karena berkurangnya cadangan lemak dan massa otot.



Gambar 1. Ilustrasi diagram dari data Tabel 1.

Setelah intervensi selama 7 hari, kelompok tikus T3, T4 dan T5 mengalami kenaikan berat badan. Kelompok tikus ini diberikan intervensi berupa pengobatan untuk diabetes melitus tipe 2 yaitu glibenklamid (T3), tepung kulit kopi pulp (T2), dan tepung kulit kopi parchment (T3). Glibenklamide merupakan obat kimia yang sering digunakan untuk mengendalikan kadar gula darah yang tinggi pada penderita diabetes tipe 2. Sedangkan tepung kulit kopi pulp dan parchment memiliki kandungan serat pangan dan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antidiabetes.

Setelah intervensi selama 14 hari, kelompok tikus T4 dan T5 menunjukkan kenaikan berat badan yang lebih besar dibandingkan dengan T3. Tepung kulit kopi pulp dan parchment menunjukkan perbaikan berat badan yang lebih cepat dibandingkan dengan intervensi berupa glibenklamide. Namun pemberian intervensi tepung kulit kopi pulp (T3) dan parchment (T4) tidak lebih besar berat badannya dibandingkan dengan kelompok tikus normal (T1) yang mengalami kenaikan berat badan secara signifikan hingga hari ke 14. Hal ini karena pulp dan parchment memiliki serat pangan dan senyawa bioaktif yang mampu mempertahankan berat badan. Serat pangan dari kulit kopi dapat memperlambat penyerapan glukosa, meningkatkan rasa kenyang, menurunkan indeks glikemik, serta mendukung keseimbangan mikrobiota usus sehingga mengkonsumsi pangan dengan serat pangan yang tinggi dapat mengendalikan berat badan serta menurunkan fluktuasi kadar glukosa darah (Estanyol-Torres et al., 2023). Asam klorogenat, fenol, flavonoid, kafein, dan antioksidan juga berperan dalam regulasi berat badan dan kadar glukosa darah. Nguyen et al. (2024) menunjukkan bahwa asam klorogenat menurunkan glukosa darah secara *in vivo*, serta berpotensi memodulasi berat badan melalui efek pada metabolisme lipid, penyerapan glukosa, dan mikrobiota usus (Y. Yan et al., 2020). Kafein diketahui dapat meningkatkan pengeluaran energi dan mempengaruhi berat badan (Braojos et al., 2023). Oleh karena itu, kulit kopi pulp dan parchment berpotensi sebagai antidiabetes karena memiliki efek antihiperglikemik.

Tepung kulit kopi pulp dan parchment menunjukkan mampu menurunkan kadar glukosa darah lebih cepat dibandingkan dengan intervensi glibenklamide (Tabel 3).

Tabel 3. Perubahan Kadar Glukosa Darah Tikus Sebelum dan Sesudah Intervensi

Kelompok Tikus	Kadar Glukosa Darah Puasa	
	Sebelum (Hari ke-0)	Sesudah (Hari ke-14)
Normal (T1)	68,371 ± 1,038 ^a	69,423 ± 1,076 ^a
Kontrol negatif (T2)	268,245 ± 2,148 ^{bc}	269,306 ± 2,392 ^d
Kontrol positif (T3)	267,803 ± 2,155 ^{bc}	118,955 ± 2,059 ^c
Intervensi		
Tepung kulit pulp kopi (T4)	270,200 ± 4,005 ^b	100,996 ± 2,592 ^b
Tepung parchment kopi (T5)	265,595 ± 3,773 ^c	99,411 ± 2,311 ^b

Keterangan: Data (*mean* ± SD diperoleh dari 6 ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data pada kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Hal ini karena kulit pulp dan parchment mengandung asam klorogenat, fenol, flavonoid, kafein, serta serat pangan yang memiliki efek antihiperglikemik. Asam klorogenat dapat menghambat aktivitas enzim pencernaan karbohidrat seperti α -glukosidase dan α -amilase yang mengakibatkan terhambatnya pelepasan glukosa dari makanan, sekaligus menekan ekspresi gen gluconeogenesis di hati melalui aktivasi jalur AMPK dan penurunan ekspresi G6Pase (Y. Yan et al., 2020). Senyawa ini juga meningkatkan sensitivitas insulin dengan memodulasi sinyal adiponektin dan menurunkan akumulasi ceramide hepatic yang berhubungan dengan resistensi insulin (Nguyen et al., 2024).

Senyawa fenolik menunjukkan aktivitas antioksidan yang mengurangi stres oksidatif dan inflamasi, sehingga memperbaiki sinyal insulin. Polifenol juga meningkatkan ekspresi GLUT4 yang berperan sebagai protein pengangkut yang memfasilitasi masuknya glukosa dari aliran darah ke dalam sel menyebabkan lebih banyak glukosa yang diserap dari darah ke dalam sel-sel sehingga meningkatkan pengambilan glukosa (Sun et al., 2020). Flavonoid merupakan subkelompok polifenol yang memiliki peran dalam meningkatkan sintesis glikogen di hati, dan memperbaiki sensitivitas insulin, serta melindungi sel β pankreas dari apoptosis akibat stres oksidatif dan inflamasi

(Al-Ishaq et al., 2019). Kafein terbukti meningkatkan sensitivitas insulin dan toleransi glukosa melalui peningkatan ekspresi IRS-2 pada pankreas, pengurangan ekspresi sitokin proinflamasi dalam jaringan adiposa, serta perbaikan profil gen yang berhubungan dengan metabolisme lipid di hati (Urzúa et al., 2012).

KESIMPULAN

Tepung kulit kopi parchment mengandung serat pangan total lebih tinggi, sedangkan tepung kulit kopi pulp memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat. Kedua jenis tepung tersebut mampu menurunkan kadar glukosa darah puasa dan memperbaiki berat badan tikus lebih cepat dibandingkan dengan kontrol positif yang diberi glibenklamid.

Efek antihiperglikemik ini diduga berkaitan dengan kombinasi serat pangan dan senyawa bioaktif seperti asam klorogenat, fenol, flavonoid, serta kafein yang bekerja melalui peningkatan sensitivitas insulin, penghambatan penyerapan glukosa, dan perlindungan sel β pankreas dari stres oksidatif. Oleh karena itu, tepung kulit kopi pulp dan parchment berpotensi dikembangkan sebagai bahan pangan fungsional untuk membantu pencegahan dan pengelolaan diabetes melitus tipe 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ishaq, R. K., Abotaleb, M., Kubatka, P., Kajo, K., Büsselberg, D., 2019. Flavonoids and their anti-diabetic effects: Cellular mechanisms and effects to improve blood sugar levels. *Biomolecules* 9(9). <https://doi.org/10.3390/biom9090430>
- Anri, A., 2022. Pengaruh indeks massa tubuh, pola makan, dan aktivitas fisik terhadap kejadian diabetes melitus tipe 2. *Journal of Nursing and Public Health* 10(1), 7–13. <https://doi.org/10.37676/jnph.v10i1.2356>
- Authoria, N. A., Wijayanti, L. W., Febrinasari, R. P., 2023. Efektivitas Kuersetin Dari Ekstrak Apel Lokal Terhadap Berat Badan Dan Glukosa Darah Puasa Tikus Model Diabetes. *Gizi Indonesia* 46(2), 171–180. <https://doi.org/10.36457/gizindo.v46i2.847>
- Benitez, V., Rebollo-Hernanz, M., Hernanz, S., Chantres, S., Aguilera, Y., Martín-Cabrejas, M. A., 2019. Coffee parchment as a new dietary fiber ingredient: Functional and physiological characterization. *Food Research International* 122, 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.04.002>
- Braojos, C., Gila-Díaz, A., Rodríguez-Rodríguez, P., Monedero-Cobeta, I., Morales, M. D., Ruvira, S., Ramiro-Cortijo, D., Benítez, V., Martín-Cabrejas, M. A., Arribas, S. M., 2023. Effect of Supplementation with Coffee and Cocoa By-Products to Ameliorate Metabolic Syndrome Alterations Induced by High-Fat Diet in Female Mice. *Foods* 12(14). <https://doi.org/10.3390/foods12142708>
- del Castillo, M. D., Ibáñez Ezequiel, M. E., Amigo, B. M., Herrero, C. M., Plaza, D. M. M., Ullate, A. M., 2013. Application of Products of Coffee Silverskin in Anti-Ageing Cosmetics and Functional Food. *International Patent Application No. WO/2013/004873*.
- Sia, Setiawan, C. E., Yuliantara, A., Rizkaprilisa, W., Paramastuti, R., 2024. Potential of dietary fiber and antioxidants from coffee skin as a food product in preventing obesity: Systematic review. *Science Technology and Management Journal* 4(1), 16–21. <https://doi.org/10.53416/stmj.v4i1.224>
- Estanyol-Torres, N., Domenech-Coca, C., González-Domínguez, R., Miñarro, A., Reverter, F., Moreno-Muñoz, J. A., Jiménez, J., Martín-Palomas, M., Castellano-Escuder, P., Mostafa, H., García-Vallvé, S., Abasolo, N., Rodríguez, M. A., Torrell, H., del Bas, J. M., Sanchez-Pla, A., Caimari, A., Mas-Capdevila, A., Andres-Lacueva, C., Crescenti, A., 2023. A mixture of four dietary fibres ameliorates adiposity and improves metabolic profile and intestinal health in cafeteria-fed obese rats: an integrative multi-omics approach. *Journal of Nutritional Biochemistry* 111, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2022.109184>
- Gemechu, F. G., 2020. Embracing nutritional qualities, biological activities and technological properties of coffee byproducts in functional food formulation. *Trends in Food Science and Technology* 104, 235–261. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.005>
- Putri, M. K., Dellima, B. R. E., Murdiana, H. E., Sari, E. K., 2024. Analisis kafein dan asam klorogenat dalam kulit buah kopi arabika dan robusta menggunakan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Farmamedika* 9(1), 37–45. <https://doi.org/10.47219/ath.v9i1.279>
- Kemenkes, 2025. Review kebijakan diabetes melitus berbasis transformasi sistem kesehatan dan outlook 2025. <https://lms.kemkes.go.id/courses/acdcbe95-9e14-4b6b-9ffd-305e13989c8e> [4 September 2025]
- Laela, D. P., 2025. Verifikasi metode penetapan kadar fenol total cara Folin-

- Ciocalteu. Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium 4(2), 89–99.
- Machado, M., Espírito Santo, L., Machado, S., Lobo, J. C., Costa, A. S. G., Oliveira, M. B. P. P., Ferreira, H., Alves, R. C., 2023. Bioactive potential and chemical composition of coffee by-products: From pulp to silverskin. *Foods* 12(12), 1–13. <https://doi.org/10.3390/foods12122354>
- McCleary, B. V., DeVries, J. W., Rader, J. I., Cohen, G., Prosky, L., Mugford, D. C., Champ, M., Okuma, K., 2010. Determination of total dietary fiber (CODEX definition) by enzymatic-gravimetric method and liquid chromatography: Collaborative study. *J. AOAC Int.* 93(1), 221–233.
- Mokoginta, R. V., Simbala, H. E. I., Mansauda, K. L. R., 2020. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol bulbus bawang dayak (*Eleutherine americana* Merr) dengan metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl). *Pharmakon*, 9(3), 451-457. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.30031>
- Nakamura, T., Terajima, T., Ogata, T., Ueno, K., Hashimoto, N., Ono, K., Yano, S., 2006. Establishment and pathophysiological characterization of type 2 diabetic mouse model produced by streptozotocin and nicotinamide. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 29(6), 1167–1174. <https://doi.org/10.1248/bpb.29.1167>
- Nguyen, V., Taine, E. G., Meng, D., Cui, T., Tan, W., 2024. Chlorogenic acid: A systematic review on the biological functions, mechanistic actions, and therapeutic potentials. *Nutrients* 16(7), 924. <https://doi.org/10.3390/nu16070924>
- Pyrzynska, K., 2024. Useful extracts from coffee by-products: A brief review. *Separations* 11(12), 334. <https://doi.org/10.3390/separations11120334>
- Rizkaprilisa, W., Hapsari, M. W., Paramastuti, R., Pebrianti, S. A., 2023a. Improvement of bread nutrition with the addition of coffee silverskin as a source of dietary fiber and antioxidants. *Food ScienTech Journal* 5(2), 166-176. <https://doi.org/10.33512/fsj.v5i2.20216>
- Rizkaprilisa, W., Hapsari, M. W., Paramastuti, R., Santosa, K. M., 2023b. Production of high dietary fiber and antioxidant activity bread from coffee parchment skin flour. *Coffee Science* 18, e182121. <https://doi.org/10.25186/v.18i.2121>
- Santos, É. M. dos, Macedo, L. M. de, Tundisi, L. L., Ataíde, J. A., Camargo, G. A., Alves, R. C., Oliveira, M. B. P. P., Mazzola, P. G., 2021. Coffee by-products in topical formulations: A review. *Trends in Food Science and Technology* 111, 280–291. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.064>
- Silva, C. E., Carhuancha, N., Zacarias, E. R., Quiñonez, G. H., Ramos, O. F., Mallma, N. S., 2024. Optimization of a mixture using coffee parchment, Jamaica flower and Stevia for functional infusions - hypoglycemic and antioxidant. *Applied Food Research* 4(2), 100548. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100548>
- Sun, C., Zhao, C., Guven, E. C., Paoli, P., Simal-Gandara, J., Ramkumar, K. M., Wang, S., Buleu, F., Pah, A., Turi, V., Damian, G., Dragan, S., Tomas, M., Khan, W., Wang, M., Delmas, D., Portillo, M. P., Dar, P., Chen, L., Xiao, J., 2020. Dietary polyphenols as antidiabetic agents: Advances and opportunities. *Food Frontiers* 1(1), 18–44. <https://doi.org/10.1002/fft2.15>
- Urzúa, Z., Trujillo, X., Huerta, M., Trujillo-Hernández, B., Ríos-Silva, M., Onetti, C., Ortiz-Mesina, M., Sánchez-Pastor, E., 2012. Effects of chronic caffeine administration on blood glucose levels and on glucose tolerance in healthy and

- diabetic rats. *Journal of International Medical Research* 40(6), 2220–2230. <https://doi.org/10.1177/030006051204000620>
- Widiasari, K. R., Made, I., Wijaya, K., Suputra, P. A., 2021. Tatalaksana diabetes melitus tipe II. *Ganesha Medicina Journal* 1(2), 114–120. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/GM/article/view/40006>
- Yan, L. J., 2022. The nicotinamide/streptozotocin rodent model of type 2 diabetes: Renal pathophysiology and redox imbalance features. *Biomolecules* 12(9), 1225. <https://doi.org/10.3390/biom12091225>
- Yan, Y., Zhou, X., Guo, K., Zhou, F., Yang, H., 2020. Use of chlorogenic acid against diabetes mellitus and its complications. *J. Immunol. Res.* 9680508. <https://doi.org/10.1155/2020/9680508>
- Yusuf, T., 2022. Analisis kadar flavonoid total ekstrak etanol daun daun bunga pepaya (*Carica papaya* L.) secara spektrofotometri UV-VIS. *Farmasi Malahayari* 5(1), 108–120. <http://librepo.stikesnas.ac.id/40/>

EVALUASI KEAMANAN PANGAN IKAN ASIN BILIS (*Stolephorus* sp.) DI BEBERAPA PASAR TRADISIONAL KOTA CIREBON

*Evaluation on Food Safety of Salted Bilis Fish (*Stolephorus* sp.) in Several Traditional Markets in Cirebon City*

Faried Affandy*, Emma Rochima, Asep Agus Handaka Suryana, Iis Rostini

Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Sumedang, Jatinangor-Sumedang Jawa Barat

**)Penulis korespondensi: faried21001@mail.unpad.ac.id*

Submisi:7.8.2025; Penerimaan: 14.1.2026; Dipublikasikan: 3.3.2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.) yang dijual di lima pasar tradisional Kota Cirebon secara kimiawi dan mikrobiologis. Pasar yang dipilih yaitu Pasar Kramat, Pasar Pagi, Pasar Kanoman, Pasar Jagasatru, dan Pasar Harjamukti. Sampel diambil secara purposive sampling dari dua penjual berbeda di setiap pasar. Uji formalin dilakukan secara kualitatif, sedangkan uji mikrobiologi menggunakan metode Angka Lempeng Total (ALT) mengacu SNI 8273:2016 dengan ambang batas maksimum 1×10^5 koloni/g. Hasil menunjukkan 2 dari 10 sampel (20%) positif mengandung formalin dari Pasar Kramat dan Pasar Jagasatru. Kedua sampel tersebut menunjukkan jumlah bakteri tinggi ($9,3 \times 10^5$ dan $3,0 \times 10^5$ koloni/g). Sebanyak 9 dari 10 sampel (90%) melebihi batas maksimum jumlah bakteri menurut SNI 8273:2016 dengan nilai tertinggi $8,4 \times 10^6$ koloni/g dari Pasar Pekalipan. Hanya 1 sampel (10%) dengan jumlah bakteri terendah dari Pasar Pagi tidak melebihi batas maksimum SNI 8273:2016 dengan nilai $3,0 \times 10^6$ CFU/g. Hasil penelitian menunjukkan formalin masih ditemukan pada sebagian sampel, mengindikasikan praktik pengawetan ilegal dan bertentangan dengan Permenkes No. 33 Tahun 2012. Tingginya jumlah bakteri pada sebagian besar sampel yang melebihi ambang batas SNI 8273:2016 menunjukkan kondisi penanganan, sanitasi, dan penyimpanan produk ikan asin bilis belum memenuhi standar. Variasi nilai jumlah bakteri antar sampel menegaskan mutu ikan asin bilis dipengaruhi praktik pengolahan dan distribusi pada tingkat pedagang.

Kata kunci: bilis, formalin, ikan asin, mikroba, pasar tradisional

ABSTRACT

This study characterizes salted bilis fish (*Stolephorus* sp.) sold in five traditional markets in Cirebon City chemically and microbiologically. The markets are Kramat Market, Pagi Market, Kanoman Market, Jagasatru Market, and Harjamukti Market. Ten samples were taken using purposive sampling from two sellers in each market. The formalin test was conducted qualitatively, while the microbiological test used the Total Plate Count (TPC) method per SNI 8273:2016 with a maximum threshold of 1×10^5 CFU/g. Results showed that 2 of 10 samples (20%) were positive for formalin, from Kramat Market and Jagasatru Market. Both samples showed high bacterial counts (9.3×10^5 and 3.0×10^5 CFU/g). Nine of 10 samples (90%) exceeded the maximum bacterial count limit for salted fish according to SNI 8273:2016, with the highest value of 8.4×10^6 CFU/g from Pekalipan Market. Only one sample (10%) had the lowest bacterial count, from Pasar Pagi, not exceeding the maximum limit of SNI 8273:2016, with 3.0×10^6 CFU/g. These results indicate that most salted bilis fish in traditional markets in Cirebon City are contaminated with microbes exceeding safe limits and contain illegal formalin. Regular monitoring, sanitation education, and implementation of processing standards are needed to ensure food safety of salted bilis fish products.

Keywords: salted fish, anchovy, formalin, microbes, traditional market

PENDAHULUAN

Ikan merupakan sumber protein hewani dengan kandungan asam amino esensial dan nilai biologis tinggi, namun sangat mudah rusak karena aktivitas mikroba pasca penangkapan (Hasanah et al., 2018). Afrianto dan Liviawaty (1989) menyebutkan bahwa kandungan protein ikan sekitar 15–25% membuatnya sangat cepat membusuk. Kota Cirebon sebagai wilayah pesisir menunjukkan angka konsumsi ikan yang cukup tinggi, yaitu 42,85 kg/kapita/tahun pada 2024 (DKPP Kota Cirebon, 2025), lebih tinggi dibanding total konsumsi ikan di Jawa Barat pada tahun yang sama (DKP Provinsi Jabar, 2025).

Kondisi ini menuntut adanya upaya penanganan ikan yang efektif agar produk ikan tetap aman dikonsumsi dan tidak mengalami pembusukan sebelum sampai ke tangan konsumen. Upaya mempertahankan kualitas ikan dapat dicapai melalui penerapan berbagai teknik pengawetan yang tepat. Teknik pengawetan menjadi faktor yang penting, baik dengan metode modern seperti pengalengan dan *pickling*, maupun tradisional seperti penggaraman, pengeringan, dan pengasapan (Rahardi et al., 2005; Yusra, 2010; Liviawaty dan Afrianto, 2010). Penggaraman adalah metode yang paling umum dan murah untuk menghasilkan produk ikan asin (Rosmiati et al. 2003; Hidayat et al., 2005).

Sekitar 50–65% hasil tangkapan diolah secara tradisional, sebagian besar diolah dalam produk berupa ikan asin (Wardhani dan Mulasari, 2016), bahkan ikan asin pernah masuk ke dalam daftar sembako nasional (Amang dan Hussein, 1999). Akan tetapi, proses pengawetan secara tradisional rentan terhadap kontaminasi silang jika proses produksi tidak dilakukan dengan baik, apalagi saat musim hujan. Pengeringan yang tidak sempurna menyebabkan tekstur lunak, pertumbuhan jamur, dan penurunan mutu produk.

Menurut Hastuti (2010), produsen ikan asin cenderung menghindari kerugian, sehingga sebagian produsen menambahkan bahan pengawet formalin secara ilegal, padahal formalin merupakan zat toksik yang dilarang dalam pangan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 033 Tahun 2012

tentang Bahan Tambahan Pangan (Kemenkes Ditjen Farmalkes, 2015). Formalin yang berbau menyengat ini biasa digunakan dalam industri nonpangan dan pengawetan mayat, bersifat karsinogenik, berpotensi menyebabkan kanker, gangguan pencernaan, gagal ginjal, dan kematian (Astawan, 2006; Astawan, 2008; Ariani et al., 2016; Simanjuntak dan Silalahi, 2022; Nadya et al., 2014). Selain formalin, kontaminasi bakteri juga berpotensi mengancam mutu produk ikan asin bilis karena adanya reaksi enzimatis (faktor internal), maupun faktor eksternal seperti pengelolaan sanitasi yang buruk, dan kontaminasi silang dari pekerja atau sirkulasi udara yang kurang optimal (Supriyatin et al., 2023; Putra et al., 2019; Sartika et al., 2019).

Kontaminasi ganda, baik kontaminasi bakteri maupun formalin, kerap ditemukan pada produk ikan asin di pasar tradisional (Febrinawati, 2017; Hardaningsih et al., 2017), yang menjadi titik rawan terjadinya *foodborne diseases* (Dewi et al., 2023; Kirk et al., 2015). Penelitian Salosa (2013) menemukan bahwa cemaran mikroba pada ikan asin tenggiri asal Papua sebesar $2,45-4,95 \times 10^4$ CFU/g, melebihi batas maksimum SNI 8273:2016 yaitu 1×10^5 CFU/g. Penelitian Abdullah (2013) dan Dewi et al. (2023) juga melaporkan keberadaan formalin serta cemaran mikroba pada produk ikan asin di pasar tradisional.

Salah satu jenis ikan asin yang umum dikonsumsi di Kota Cirebon adalah ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.), yang digemari oleh masyarakat umum karena ukurannya yang kecil, tekstur renyah, harga terjangkau dan kandungan gizi yang cukup tinggi (Liviawaty dan Afrianto, 2010). Terlebih di beberapa pasar tradisional Kota Cirebon, ikan asin bilis menjadi salah satu komoditas perikanan yang banyak diperjualbelikan karena harganya murah dan terjangkau. Tentunya produk ikan asin bilis yang dijual di beberapa pasar tradisional Kota Cirebon berpotensi rentan mengalami kontaminasi, baik dari kontaminasi mikrobiologis maupun kimiawi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.) di beberapa pasar tradisional Kota Cirebon secara kimiawi dan mikrobiologis menggunakan uji deteksi formalin dan perhitungan jumlah bakteri (BSN, 2016).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.) dan diperoleh dari lima pasar tradisional di Kota Cirebon yaitu Pasar Kramat (PKP), Pasar Pagi (PPP), Pasar Kanoman (PKANP), Pasar Jagasatru (PJP), dan Pasar Harjamukti (PHP). Setiap pasar dipilih secara *purposive sampling* berdasarkan kriteria tertentu, yaitu pasar induk yang ramai dikunjungi oleh konsumen dan terdapat penjual ikan asin bilis di kelima pasar tersebut.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling*, yaitu penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Sugiyono, 2018). Populasi penelitian adalah penjual ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.) yang aktif berjualan pada saat pengambilan sampel di beberapa pasar tradisional Kota Cirebon, yaitu Pasar Kramat, Pasar Pagi, Pasar Kanoman, Pasar Jagasatru, dan Pasar Harjamukti. Jumlah penjual ikan asin bilis saat pengambilan sampel di masing-masing pasar bersifat tidak tetap (fluktuatif), karena tidak semua penjual membuka lapak setiap hari serta adanya variasi jam operasional.

Ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.) merupakan jenis ikan asin yang secara konsisten dijual oleh seluruh penjual yang ditemui dari masing-masing pasar serta memiliki tingkat ketersediaan dan stok yang relatif tinggi pada setiap lapak. Kondisi tersebut memungkinkan pengambilan sampel dalam jumlah yang memadai dan seragam, yaitu 200 g per sampel, sehingga mendukung kecukupan bahan uji untuk analisis kimiawi dan mikrobiologis (Sugiyono, 2011).

Pemilihan dua penjual dilakukan dengan mempertimbangkan perbedaan lokasi lapak berjualan, yaitu penjual yang berada di bagian depan pasar dan bagian belakang pasar (Ichya'uddin, 2014). Pertimbangan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran variasi kualitas ikan asin bilis berdasarkan perbedaan lokasi lapak dan kondisi lingkungan pasar, mengingat lokasi lapak dapat memengaruhi cara penyimpanan, lama penjualan, serta kualitas produk (Lagarense et al., 2013).

Penjual dipilih secara *purposive* berdasarkan kriteria: (a) aktif berjualan ikan asin bilis, (b) bersedia memberikan sampel untuk keperluan penelitian, dan (c) memiliki ketersediaan produk ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.) minimal 200 g per sampel. Pemilihan penjual dengan lokasi lapak yang berbeda bertujuan untuk meningkatkan representativitas sampel, sehingga hasil penelitian tidak menggambarkan kondisi dari satu sumber penjual saja (Suseno, 2021). Selain pengambilan sampel produk, peneliti juga memperoleh data pendukung dengan wawancara singkat kepada seluruh penjual yang menjadi sumber sampel, yaitu sebanyak 10 penjual yang berasal dari lima pasar tradisional. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi pendukung terkait lama penyimpanan, distribusi sumber, dan frekuensi stok ulang. Masing-masing pasar menyumbangkan dua sampel dari dua penjual yang berbeda, dengan total 10 sampel. Setiap sampel diambil sebanyak 200 g, kemudian dikemas dalam plastik *ziplock*, disimpan dalam *coolbox* berisi *ice cool pack* untuk menjaga suhu rendah dan dibawa ke UPTD Pengujian dan Penerapan Mutu Produk Perikanan (PPMPP) Cirebon untuk dilakukan serangkaian pengujian deteksi formalin dan jumlah bakteri.

Bahan yang digunakan untuk uji mikrobiologi (metode Angka Lempeng Total/ALT) meliputi sampel ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.), larutan *Butterfield's Phosphate Buffered* (BFP), media *Plate Count Agar* (PCA), alkohol 70%, kapas, kertas coklat, sarung tangan latex, kertas timbang, karet dan label penanda. Pengujian jumlah bakteri mengacu pada SNI 2332.3:2015. Deteksi formalin pada ikan bilis menggunakan *Formaldehyde Test Kit* (mengandung pereaksi Fo-1 dan Fo-2) sebagai reagen untuk mendeteksi keberadaan formalin di dalam produk ikan asin bilis, akuades 100 mL sebagai pelarut, serta kertas saring *Whatman* untuk filtrasi.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini merupakan studi deskriptif dengan pendekatan survei laboratorium, tanpa perlakuan eksperimental. Tujuannya adalah untuk mendeteksi keberadaan formalin secara kualitatif dan menghitung jumlah

bakteri pada sampel ikan asin bilis yang dijual di beberapa pasar tradisional Kota Cirebon.

Uji deteksi formalin dilakukan menggunakan metode reaksi warna dari *formaldehyde test kit* (Matondang et al., 2015), sementara uji perhitungan jumlah bakteri dilakukan dengan metode ALT berdasarkan SNI 2332.3:2015 (BSN, 2015). Batas maksimum jumlah bakteri pada ikan asin merujuk pada SNI 8273:2016, yaitu $1,0 \times 10^5$ koloni/g. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan narasi. Perhitungan koloni dilakukan pada cawan dengan jumlah koloni antara 25–250 dan bebas *spreader*, menggunakan rumus berikut:

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

dengan N adalah jumlah koloni (koloni/g), ΣC adalah jumlah total koloni pada cawan yang dihitung (koloni), n_1 dan n_2 adalah jumlah cawan pada dua pengenceran berbeda (cawan), dan d adalah tingkat pengenceran. Hasil uji formalin dibandingkan dengan ketentuan Permenkes RI No. 033 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama yang meliputi pengambilan sampel, pengujian deteksi formalin secara kualitatif, serta pengujian jumlah bakteri menggunakan metode Angka Lempong Total (ALT). Setiap tahapan dijelaskan secara sistematis dalam subbab terpisah untuk memberikan gambaran yang jelas tentang prosedur penelitian yang dilakukan.

Pengambilan Sampel di Lapangan

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Sebanyak dua sampel ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.) dibeli dari masing-masing pasar tradisional di Kota Cirebon, yaitu Pasar Kramat, Pasar Pagi, Pasar Kanoman, Pasar Jagasatru, dan Pasar Harjamukti. Setiap sampel diambil dari dua penjual berbeda di setiap pasar dengan berat masing-masing 200 g. Ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.) dipilih karena merupakan jenis ikan asin yang paling banyak dijual dan dikonsumsi masyarakat Kota Cirebon. Setelah pengambilan, sampel dikemas dalam plastik *ziplock* dan dibawa ke Laboratorium Kimia

dan Mikrobiologi UPTD PPMPP Cirebon untuk dilakukan serangkaian pengujian.

Prosedur Uji

Prosedur Uji Kualitatif Formalin

Pengujian formalin dalam penelitian ini dilakukan menggunakan *Formaldehyde Test Kit* sesuai prosedur standar. Pertama, sampel ikan asin bilis dipotong kecil-kecil, lalu dihaluskan menggunakan *blender jar*. Setelah itu, sebanyak 10 g dari sampel yang sudah halus ditimbang dan dimasukkan ke dalam gelas beaker serta ditambahkan 100 mL akuades. Larutan ini kemudian dihomogenkan menggunakan *homogenizer* hingga tercampur merata. Setelah homogenisasi, larutan disaring menggunakan kertas saring *Whatman* yang telah dibentuk menyerupai corong (kerucut terbalik), lalu diambil sebanyak 5 mL filtrat hasil penyaringan.

Filtrat ini kemudian diberi 5 tetes Reagen Fo-1 dan 1 sendok takar larutan Fo-2. Reagen Fo-1 mengandung asam sulfat (H_2SO_4) yang berfungsi untuk mengekstrak formalin dari dalam jaringan sampel ikan asin dengan cara merusak ikatan protein-formalin. Reagen Fo-2 mengandung asam kromotropat (*Chromotropic acid/1,8-dihydroxynaphthalene-3,6-disulfonic acid*) dalam larutan asam sulfat pekat yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan formalin melalui pembentukan kompleks berwarna ungu (Khumairo et al., 2025; Kusumawardhani et al., 2024). Reagen Fo-1 dan Fo-2 yang sudah dilarutkan, kemudian dibiarkan selama 5 menit, lalu diamati perubahan warnanya. Jika larutan berubah warna menjadi ungu, maka sampel dinyatakan positif mengandung formalin. Sebaliknya, apabila tidak terjadi perubahan warna, maka sampel dianggap negatif dari kandungan formalin.

Uji formalin dilakukan untuk mendeteksi keberadaan formalin (bahan pengawet berbahaya) yang sering disalahgunakan pada proses produksi ikan asin. Formalin dilarang sebagai bahan tambahan pangan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 33 Tahun 2012 karena bersifat karsinogenik (pemicu kanker) bagi kesehatan manusia. Pengujian formalin pada penelitian ini menggunakan *Formaldehyde Test Kit*. Sampel ikan asin bilis di uji dengan larutan pereaksi, apabila muncul perubahan warna ungu menandakan adanya

kandungan formalin pada sampel tersebut. Sebaliknya, jika tidak ada perubahan warna, maka sampel ikan asin tidak mengandung formalin (Winarno dan Rahayu, 1994).

Angka Lempeng Total (ALT)

Uji ALT dilakukan untuk menghitung jumlah mikroba yang terdapat pada sampel ikan asin bilis. Hasil pengujian dengan metode ALT dianalisis secara deskriptif sesuai pe-doman SNI 2332.3:2015 dan dibandingkan dengan ambang batas maksimum jumlah bakteri yang ditetapkan dalam SNI 8273:2016, yaitu 1×10^5 CFU/g. Hanya cawan dengan jumlah koloni bakteri antara 25–250 CFU yang digunakan dalam perhitungan Angka Lempeng Total. Data dianalisis secara des-kriptif untuk menilai tingkat keamanan produk. Jumlah koloni dihitung menggunakan *colony counter* dan hasil dibandingkan dengan ambang batas standar untuk menentukan kelayakan mikrobiologis ikan asin bilis yang diuji.

Preparasi Media

Preparasi media pada uji mikrobiologi dilakukan mengacu pada SNI 2332.3:2015. Pertama, dibuat larutan *Butterfield's Phosphate Buffered* (BFP) dalam dua volume, yaitu 225 mL dan 90 mL. Proses pembuatannya dimulai dengan memipet 10 mL stok BFP, kemudian ditambahkan aquades hingga mencapai volume 1 L dalam labu ukur, lalu dihomogenkan. Larutan BFP 90 mL kemudian didistribusikan ke dalam tiga botol Schott 100 mL masing-masing sebanyak 90 mL.

Sedangkan larutan BFP 225 mL dituangkan ke dalam botol Schott volume 500 mL menggunakan gelas ukur 250 mL. Selanjutnya, media *Plate Count Agar* (PCA) disiapkan dengan melarutkan 4,5 g PCA ke dalam 200 mL aquades dalam Erlenmeyer 500 mL. Media diaduk menggunakan *magnetic stirrer* di atas *hotplate* hingga homogen dan mendidih. Setelah didinginkan, mulut Erlenmeyer ditutup dengan kapas dan kertas coklat. Seluruh media kemudian disterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit, lalu didiamkan hingga suhunya turun.

Preparasi Sampel

Tahap ini dimulai dengan menimbang 25 g ikan asin bilis menggunakan timbangan analitik dan memasukkannya ke dalam

kantong plastik steril. Ke dalam kantong tersebut ditambahkan 225 mL larutan BFP hingga seluruh sampel terendam. Kantong sampel lalu dimasukkan ke dalam stomacher dan dihomogenkan selama 1 menit dengan kecepatan 450 rpm hingga menjadi homogenat. Homogenat ini merupakan pengenceran awal (10^{-1}) yang akan digunakan sebagai dasar untuk pengenceran berikutnya.

Prosedur Kerja

Sebanyak 10 mL homogenat dari pengenceran 10^{-1} diambil dan dicampur dengan 90 mL larutan BFP untuk memperoleh pengenceran 10^{-2} , lalu dari pengenceran ini diambil 10 mL untuk dibuat pengenceran 10^{-3} menggunakan metode serupa. Tiap ingineran dihomogenkan. Selanjutnya, 1 mL dari masing-masing pengenceran (10^{-1} hingga 10^{-3}) diinokulasikan ke dalam cawan petri steril secara duplo menggunakan mikropipet. Kemudian, sebanyak 12–15 mL media PCA steril dituang ke dalam cawan tersebut dan cawan diputar perlahan ke berbagai arah agar media dan sampel tercampur rata. Cawan kemudian diinkubasi secara terbalik pada suhu $35 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 48 ± 2 jam. Setelah inkubasi, koloni bakteri yang tumbuh dihitung menggunakan *colony counter*, dan hanya cawan dengan 25–250 CFU yang digunakan dalam analisis perhitungan jumlah bakteri (ALT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia

Uji Kualitatif Formalin

Hasil uji formalin dengan metode kualitatif disajikan pada Tabel 1. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa intensitas warna ungu meningkat pada beberapa sampel ikan asin bilis, yang mengindikasikan tingginya kandungan formalin dalam produk tersebut. Hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa intensitas warna berbanding lurus dengan kadar formalin (Liudianto dan Wahyuningrum, 2019). Produsen ikan asin diketahui menambahkan formalin selama proses perendaman untuk memperpanjang umur simpan, padahal formalin dilarang oleh Pemerintah dalam Permenkes No. 033 Tahun 2012. Faktor cuaca yang tidak menentu, terutama di musim hujan, menyebabkan

proses pengeringan menjadi tidak maksimal. Ketidakpatuhan terhadap regulasi pemerintah disebabkan oleh kurangnya pengetahuan produsen tradisional, lemahnya mekanisme

pengawasan, kurangnya pembinaan, serta dorongan untuk memperoleh keuntungan lebih besar (Cahyadi dan Sukayada, 2008).

Tabel 1. Kondisi keamanan produk ikan asin bilis (bebas formalin) yang diperdagangkan di pasar tradisional Kota Cirebon

Sampel	Hasil Uji Formalin	Standar Uji Formalin	Kesimpulan
PKP1	Negatif (-)	Negatif (-)	Aman
PKP2	Positif (+)		Tidak Aman
PPP1	Negatif (-)		Aman
PPP2	Negatif (-)		Aman
PKANP1	Negatif (-)		Aman
PKANP2	Negatif (-)		Aman
PJP1	Negatif (-)		Aman
PJP2	Positif (+)		Tidak Aman
PHP1	Negatif (-)		Aman
PHP2	Negatif (-)		Aman

Penelitian oleh Purba et al. (2015) di Kota Semarang mengungkapkan bahwa mayoritas penjual ikan teri nasi asin tidak memahami bahaya formalin, bahkan menganggapnya aman digunakan sebagai pengawet. Ikan asin berformalin cenderung memiliki ciri fisik seperti tahan lama lebih dari satu bulan, tidak berbau khas ikan asin, cerah, tidak dihindangi lalat, tekstur keras, dan harga lebih murah (Hastuti, 2010). Sebaliknya, ikan asin tanpa formalin memiliki tekstur empuk, aroma khas ikan asin, lebih mudah rusak, cepat berjamur, dan lebih mahal (Widyaningsih, 2006).

Karakteristik Mikrobiologis

Angka Lempeng Total (ALT)

Nilai Angka Lempeng Total (ALT) atau *Total Plate Count (TPC)* berperan penting dalam menilai mutu ikan asin bilis serta penerapan prinsip higienitas dalam pengolahan. ALT mencerminkan jumlah mikroba aerob mesofilik dalam produk dan menjadi indikator kontaminasi mikrobiologis yang mungkin terjadi selama proses produksi, penanganan, dan penyimpanan (BSN, 2015; BPOM, 2015).

Pengujian dilakukan terhadap sampel dari lima pasar tradisional di Kota Cirebon. Hasil pengenceran 10^{-1} dan 10^{-2} umumnya menunjukkan TBUD (*Terlalu Banyak untuk*

Dihitung), menandakan kontaminasi bakteri sangat tinggi (Tabel 2). Perhitungan jumlah bakteri baru dapat dilakukan pada pengenceran 10^{-3} , dengan hasil akhir menunjukkan bahwa hanya 1 dari 10 sampel ikan asin yang memiliki jumlah bakteri tidak melebihi standar SNI 8273:2016 ($\leq 1 \times 10^5$ CFU/g), yaitu sampel PPP2 dengan hasil 1×10^3 CFU/g. Sampel lainnya menunjukkan jumlah bakteri yang melebihi ambang batas dengan rentang $1,4 \times 10^5$ hingga 84×10^5 koloni/g (BSN, 2016).

Nilai ALT yang tinggi menunjukkan adanya ketidaksesuaian dalam aspek higienitas, seperti metode pengeringan terbuka, penggaraman yang tidak seragam, sanitasi alat dan lingkungan yang buruk, serta penyimpanan dan pengemasan yang tidak memadai (Putri et al., 2024). Beberapa sampel seperti PKP1, PKP2, dan PPP1 memiliki jumlah bakteri sangat tinggi dan juga melalui proses penyimpanan selama satu bulan, sehingga hal ini berkontribusi terhadap pertumbuhan bakteri secara signifikan. Sebaliknya, sampel PPP2 yang disimpan dua minggu menunjukkan nilai jumlah bakteri terendah (Sartika et al., 2019).

Sumber lokasi bahan baku juga memengaruhi kualitas mikrobiologis. Produk dari Indramayu (PPP2) terbukti higienis, hal ini dapat dilihat pada Tabel 3, sementara

produk dari luar Jawa seperti Sumatra (PKANP1) menunjukkan nilai jumlah bakteri yang tinggi yaitu $5,5 \times 10^6$ koloni/g. Hal ini dapat dipengaruhi karena lamanya waktu transportasi dan penyimpanan yang kurang efektif. Menariknya, frekuensi stok ulang tidak berkorelasi langsung dengan kualitas jumlah bakteri. Beberapa penjual yang mengganti stok harian ikan asin tetap memiliki kontaminasi tinggi, menunjukkan bahwa sanitasi lapak dan penyimpanan lebih menentukan hasil akhir nilai jumlah bakteri pada produk ikan asin daripada frekuensi stok (Safira et al., 2024; Sartika et al., 2019).

Tabel 2. Karakteristik mikrobiologi (nilai ALT) ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.) yang diperdagangkan di pasar tradisional Kota Cirebon

Sampel	ALT (CFU/g)	Kesimpulan
PKP1	$3,5 \times 10^6$	Tidak memenuhi
PKP2	$9,3 \times 10^5$	Tidak memenuhi
PPP1	$8,4 \times 10^6$	Tidak memenuhi
PPP2	$1,0 \times 10^3$	Memenuhi
PKANP1	$5,5 \times 10^6$	Tidak Memenuhi
PKANP2	$7,7 \times 10^6$	Tidak Memenuhi
PJP1	$8,5 \times 10^5$	Tidak Memenuhi
PJP2	$4,1 \times 10^5$	Tidak Memenuhi
PHP1	$2,0 \times 10^6$	Tidak Memenuhi
PHP2	$1,4 \times 10^5$	Tidak Memenuhi

Keterangan: Standar ALT yang memenuhi SNI 8273:2016 adalah $\leq 1 \times 10^5$ CFU/g

Korelasi dengan hasil uji formalin menunjukkan bahwa dua sampel (PKP2 dan PJP2) terdeteksi positif mengandung formalin. Akan tetapi, nilai jumlah bakteri kedua sampel tetap tinggi (masing-masing $9,3 \times 10^5$ dan $4,1 \times 10^5$ CFU/g), menandakan bahwa penambahan formalin tidak dapat menurunkan kontaminasi bakteri. Sebaliknya, sampel PPP2 yang negatif formalin justru memiliki nilai jumlah bakteri terendah dan tidak melebihi SNI 8273:2016. Hal ini mengindikasikan bahwa formalin bukan solusi yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri pada ikan asin bilis, dan penggunaannya hanya menambah risiko toksikologis pada tubuh manusia tanpa memberikan manfaat yang berarti (Safira et

al., 2024). Sejalan dengan penelitian Sartika et al. (2019) bahwa metode pengeringan terbuka dan sanitasi buruk menyebabkan mayoritas ikan asin di pasar tradisional tidak memenuhi standar yang ditetapkan pada SNI 8273:2016.

Sebagai tindak lanjut dari temuan di lapangan, perlu dilakukan penelitian dengan jumlah sampel ikan asin bilis yang lebih banyak dan dari lokasi yang berbeda seperti pasar tradisional dan pasar swalayan.

KESIMPULAN

Produk ikan asin bilis (*Stolephorus* sp.) yang terdeteksi mengandung formalin ditemukan pada dua (Pasar Kramat dan Pasar Jagasatru) dari lima pasar tradisional di Kota Cirebon yang dijadikan sampel. Produk tersebut tidak aman untuk dikonsumsi. Selain itu, hanya satu pasar (Pasar Pagi) yang produk ikan asin bilisnya memenuhi standar mikrobiologis SNI 8273:2016 ($ALT \leq 1 \times 10^5$ CFU/g). Penggunaan formalin tidak berpengaruh terhadap jumlah mikroba, sehingga kehadiran formalin tidak dapat dijadikan solusi untuk menjaga mutu produk ikan asin bilis. Perlu diadakan penyuluhan tentang dampak bahaya penggunaan formalin kepada para produsen dan konsumen oleh instansi terkait, agar masyarakat dapat memilih produk ikan asin bilis yang aman (tidak mengandung formalin).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., 2013. Uji Kualitatif Kandungan Formalin Pada Ikan Asin Yang Dijual Di Pasar Sentral Kota Gorontalo. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Gorontalo.
- Afrianto, E., Liviawaty, E., 1989. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Kanisius. Yogyakarta.
- Amang, B., Hussein, S., 1999. Kebijakan Beras dan Pangan Nasional Pelajaran dari Orde Baru dan Era Reformasi. IPB Press. Bogor.
- Ariani, N. M., Safutri, M., Musiam, S. 2016. Analisis kualitatif formalin pada tahun mentah yang dijual di Pasar Kalindo, Teluk Tiram dan Telawang

- Banjarmasin. Jurnal Ilmiah Manuntung, 2 (1): 60–64.
- Astawan, M. 2006. Mengenal Formalin dan Bahayanya. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Astawan, M. 2008. Sehat dengan Hidangan Hewani. Penebar Swadaya. Jakarta.
- BPOM, 2015. Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No.HK 00.06.51.0475. Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia, Jakarta.
- BSN, 2016. SNI 8273:2016 Spesifikasi Ikan Asin Kering. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2015. SNI 2332.3:2015 Spesifikasi Uji Mikrobiologi. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Cahyadi, W., Sukayada, I. M. K., 2008. Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan. PT Bumi Aksara, Jakarta.
- Dewi, A.R., Rosida, Rosida, D. F., 2023. Studi keamanan pangan pada ikan asap di wilayah Kecamatan Krembangan, Kota Surabaya. Jurnal Teknologi Terapan, 7(2), 762–768. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i2.2492>
- Dewi, R.N., Farida, I., Ramadhani, A.F., 2023. Pengujian total bakteri dan formalin pada beberapa ikan dan produk olahan perikanan di pasar tradisional Kecamatan Negara, Jembrana Bali. Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam 5(2), 167–177. <http://dx.doi.org/10.15578/bjsj.v5i2.13156>
- DKPP Kota Cirebon, 2025. Konsumsi Ikan. <https://opendata.cirebonkota.go.id/data-set/konsumsi-ikan> [12 Desember 2025]
- DKP Provinsi Jabar, 2025. Angka Konsumsi ikan berdasarkan tahun di Jawa Barat. <https://opendata.jabarprov.go.id/en/dataset/angka-konsumsi-ikan-berdasarkan-tahun-di-jawa-barat> [12 Desember 2025]
- Febrinawati, F., 2017. Profil cemaran Pb, formaldehid dan mikroba pada ikan asin kepala batu, ikan asap dan terasi di kecamatan dente teladas kabupaten tulang bawang. Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian, 22 (1): 33–39. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v22i1.33-39>
- Hardaningsih, D.N., Putra, K. G. D., Suirta, I. W., 2017. Kandungan formalin pada ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Pasar Tradisional dan Modern di Denpasar. Jurnal Kimia, 11 (2), 118–121. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2017.v11.i02.p03>
- Hasanah, Y. R., Ellyke, Ningrum, P. T., 2018. Praktik higiene personal dan keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada tangan penjual petis (Studi di Pasar Anom Kecamatan Sumenep Kabupaten Sumenep). e-Jurnal Pustaka Kesehatan, 6 (1), 77–84.
- Hastuti, S., 2010. Analisa kualitatif dan kuantitatif formaldehid pada ikan asin di Madura. AGROINTEK 4(2), 132–137. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v4i2.1366>
- Hidayat, N., Suhartini, S., Witarko, J., 2005. Olahan Ikan Segar. Trubus Agrisarana, Surabaya.
- Ichya'uddin, M., 2014. Analisis Kadar Formalin dan Uji Organoleptik Ikan Asin di Beberapa Pasar Tradisional Kabupaten Tuban. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Kemenkes Ditjen Farmalkes, 2015. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 033 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan. <https://farmalkes.kemkes.go.id/unduh/permenkes-033-2012/> [12 Desember 2025]
- Khumairo, N., Listianti, C. L., Puspitasari, N., Khumairo, S. W., Faizah, H., 2025. Analisis kualitas dan keamanan pangan sampel terasi melalui uji boraks dan

- formalin di UPTD Laboratorium Keswan Kesmavet Sidoarjo. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal* 7(2), 270-280. <https://doi.org/10.30997/jiph.v7i2.19545>
- Kirk, M. D., Pires, S. M., Black, R. E., Caipo, M., Crump, J. A., Devleeschauwer, B., Döpfer, D., Fazil, A., Fischer-Walker, C. L., Hald, T., Hall, A. J., Keddy, K. H., Lake, R. J., Lanata, C. F., Torgerson, P. R., Havelaar, A. H., Angulo, F.J., 2015. World Health Organization estimates of the global and regional disease burden of 22 foodborne bacterial, protozoal, and viral diseases, 2010: A data synthesis. *PLOS Medicine* 12(12), e1001921. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001921>.
- Kusumawardhani, N., Munggaran, B., Pratama, D., 2024. Identifikasi formalin pada mie basah yang dijual di pasar tradisional kota Palangka Raya. *Jurnal Surya Medika* 10(1), 96-103. <https://doi.org/10.33084/jsm.v10i1.7161>
- Lagarense, M. S. R., Andaki, J. A., Rantung, S. V., 2013. Analisis keputusan persediaan ikan asin di pasar tradisional kota Manado Provinsi Sulawesi Utara. *AKULTURASI* 1(2), 123–132. <https://doi.org/10.35800/akulturasi.1.2.2013.13326>
- Liudianto, R. E., Wahyuningrum, N. S., 2019. Analisis kandungan formalin dalam bakmi basah yang beredar di Kota Surakarta. *Jurnal Farmasindo* 3(1), 20-24.
- Liviawaty, E., Afrianto, E., 2010. *Penanganan Ikan Segar*. Penerbit Widya Padjadjaran. Bandung.
- Matondang, R. A, Rochima E, Kurniawati, N., 2015. Studi kandungan formalin dan zat pemutih pada ikan asin di beberapa pasar Kota Bandung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 6(2), 70-77.
- Nadya, Y., Asni, D. E., Azrin, M., 2014. Uji formalin pada ikan asin gurami di pasar tradisional Pekanbaru. *JOM FK* 1(2), 1-12.
- Purba, W. K. D., Darundiati, Y. H., Dewanti, N. A. Y., 2015. Studi identifikasi kandungan formalin pada ikan teri nasi asin di pasar tradisional dan pasar modern Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 3(3), 831–841. <http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/jkm831>.
- Putri, A. M. A., Sembiring, I., Purnama, M., Fadhila, R., 2024. Kontaminasi bakteri pada berbagai jajanan kaki lima di Indonesia. *Jurnal Kolaboratif Sains* 7(12), 4850-4857. <https://doi.org/10.56338/jks.v7i12.6441>
- Rahardi, F., Nazaruddin, Regina K., 2005. *Agribisnis Perikanan*. Swadaya, Jakarta.
- Rahmawati E., Irnawati, R., Rahmawati, A., 2017. Kelayakan usaha bagan perahu yang berbasis di Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu Provinsi Banten. *Journal Perikanan dan Kelautan* 7(1), 40-49.
- Safira, A., Sopingi, I., Musfiroh, A., 2024. Pengaruh BOPO dan NPF terhadap profitability (ROA) di Perbankan Syariah Indonesia. *Tijaratana: Jurnal Ekonomi dan Bisnis Syariah* 5(1), 19–26. <https://doi.org/10.64454/tj.v5i01.62>
- Salosa, Y. Y., 2013. Uji kadar formalin, kadar garam, dan angka lempeng total bakteri ikan asin Tenggiri Asal Kabupaten Sarmi Provinsi Papua. *Depik* 2(1), 10-15.
- Sartika, D., Hidayati, S., Fitriani, H., 2019. Kajian cemaran bakteri patogen pada produk olahan ikan. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 19(2), 108–114. <https://doi.org/10.25181/jppt.v19i2.1406>
- Simanjuntak, H., Silalahi, M. V., 2022. Kandungan formalin pada beberapa ikan segar di pasar tradisional parluasan kota Pematangsiantar. *Jurnal Sains dan Teknologi* 11(1), 223–228.

- <https://dx.doi.org/10.23887/jst-undiksha.v1i1>
- Sugiyono, 2011. *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung.
- Sugiyono, 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta, Bandung.
- Susesno, D., 2021. Validasi metode analisis formalin dan aplikasinya pada ikan asin. *Jurnal Agroindustri Halal* 7(2), 173–182.
<https://ojs.unida.info/index.php/Agrohalal/article/view/4076>
- Supriyatin, Prambudi, H., Ikhwan, Lestari, A. R., 2023. Pengaruh waktu perendaman ikan teri dalam air panas terhadap kadar formalin. *Jurnal Anestesi: Jurnal Ilmu Kesehatan dan Kedokteran* 1(1), 119-130.
<https://doi.org/10.55606/anestesi.v1i1.1184>
- Wardhani, R. I., Mulasari, S. A., 2016. Identifikasi formalin pada ikan asin yang dijual di kawasan pantai Teluk Penyu Kabupaten Cilacap. *KESMAS* 10(1), 15-24.
- Widyaningsih, T. D., 2006. *Alternatif Pengganti Formalin Pada Produk Pangan*. Trubus Agrisarana, Surabaya.
- Winarno, F. G., Rahayu, T. S., 1994. *Bahan Tambahan Makanan dan Kontaminan*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Yusra, Y., 2010. *Dasar-dasar Teknologi Hasil Perikanan*. Bung Hatta University Press, Padang.

FORMULASI PEMBUATAN SIRUP HERBAL BUNGA TELANG (*Clitoria ternatea*) DENGAN PENAMBAHAN JAHE (*Zingiber officinale*)

*Formulation of Herbal Syrup from Butterfly Pea Flower (*Clitoria ternatea*) with the Addition of Ginger (*Zingiber officinale*)*

Fatimah, Thomi Rahmad, Ema Lestari*, Titis Linangsari

Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut, Jl. A. Yani, Km.6, Desa Panggung,
Kec. Pelabuhan, Kab. Tanah Laut, Kalimantan Selatan 70815, Indonesia
E-mail: emalestari@politala.ac.id

Submisi: 11.8.2025; Penerimaan: 13.12.2025; Dipublikasikan: 8.3.2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menentukan formulasi optimal sirup herbal berbahan bunga telang dengan penambahan jahe serta mengevaluasi karakteristik fisikokimia dan organoleptiknya. Penelitian ini adalah penelitian faktor tunggal (penambahan jahe, 0-30 g untuk setiap bunga telang sebanyak 5 g) yang dirancang dalam Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA dilanjutkan dengan DMRT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan jahe berpengaruh signifikan terhadap respons organoleptik untuk rasa dan aroma sirup herbal bunga telang, tetapi tidak untuk warna. Sirup dengan penambahan jahe 20 g mendapatkan respons organoleptik hedonik tertinggi untuk parameter rasa 7,20 dan aroma 7,30. Respons organoleptik mutu hedonik menunjukkan bahwa penambahan jahe meningkatkan kualitas rasa dan aroma sirup, dengan nilai tertinggi pada penambahan 30 g jahe yang memberikan skor untuk rasa 4,23 dan aroma 4,07. Nilai pH berkisar antara 5,56 hingga 5,83 untuk sirup tanpa penambahan jahe sampai dengan penambahan jahe 30 g, dengan perbedaan signifikan. Nilai pH yang diperoleh sesuai dengan rekomendasi bahwa sirup yang baik, memiliki pH antara 4-7. Melalui uji kualitatif, semua sampel diketahui mengandung senyawa flavonoid dan senyawa fenolik. Selain itu, semua formulasi menunjukkan homogenitas yang baik.

Kata kunci: Sirup herbal, bunga Telang, Jahe

ABSTRACT

This study aimed to determine the optimal formulation of herbal syrup made from Telang flower with the addition of ginger and evaluate its physicochemical and organoleptic characteristics. This study was a single-factor study (addition of ginger, 0-30 g for each 5 g of telang flower) designed in a Complete Random Design with four treatments. Each treatment was performed in triplicate. The data obtained were analyzed using ANOVA, followed by DMRT. The results showed that the addition of ginger had a significant effect on the organoleptic response to the taste and aroma of the telang flower herbal syrup, but not on its color. The syrup with the addition of 20 g of ginger obtained the highest hedonic organoleptic response for the taste and aroma parameters (7.20 and 7.30, respectively). The organoleptic hedonic quality response showed that the addition of ginger improved the taste and aroma of syrup, with the highest value being the addition of 30 g of ginger, which resulted in scores of 4.23 and 4.07 for taste and aroma 4.07. The pH value ranged from 5.56 (F0) to 5.83 for syrup without the addition of ginger to the addition of 30 g of ginger, with significant differences. The pH value obtained is in accordance with the recommendation that a good syrup has a pH between 4-7. Qualitative tests revealed that all samples contained flavonoid and phenolic compounds. In addition, all formulations showed good homogeneity.

Keywords: Herbal syrup, Butterfly Pea Flower, Ginger

PENDAHULUAN

Pangan fungsional merupakan produk pangan yang tidak hanya berfungsi sebagai sumber nutrisi, tetapi juga memiliki efek positif bagi kesehatan karena mengandung senyawa bioaktif tertentu. Dalam beberapa tahun terakhir, minat masyarakat terhadap pangan fungsional terus meningkat seiring dengan kesadaran akan pentingnya pola makan sehat. Produk minuman fungsional seperti sirup sari buah dan bunga menjadi alternatif yang digemari karena tidak hanya menawarkan cita rasa dan tampilan menarik, tetapi juga memberikan manfaat fisiologis bagi tubuh (Yanuarto et al., 2022).

Salah satu bahan alami potensial untuk pengembangan pangan fungsional adalah bunga telang (*Clitoria ternatea*), tanaman yang mudah dibudidayakan dan diketahui kaya akan senyawa antioksidan (Palimbong dan Pariama, 2020). Hasil analisis komposisi gizi menunjukkan bahwa bunga telang mengandung protein sebesar 0,32%, serat 2,1%, karbohidrat 2,2%, dan lemak 2,5%, dengan kadar air mencapai 92,4%. Selain itu, bunga ini juga merupakan sumber mineral penting, antara lain kalsium (3,09 mg/g), magnesium (2,23 mg/g), kalium (1,25 mg/g), seng (0,59 mg/g), natrium (0,14 mg/g), dan besi (0,14 mg/g) (Jeyaraj et al., 2020). Bunga telang mengandung berbagai komponen fungsional, termasuk flavonoid, fenol, antosianin, alkaloid, triterpenoid, glikosida flavonol, antosianin, dan steroid, yang memiliki manfaat bagi kesehatan manusia (Cahyaningsih et al., 2019). Bunga telang mengandung antosianin dalam jumlah tinggi yang berfungsi sebagai antioksidan, sehingga mampu melindungi sel tubuh dari kerusakan akibat paparan radikal bebas. Antosianin merupakan pigmen alami pemberi warna biru khas pada bunga telang sekaligus berperan dalam melindungi sel tubuh dari kerusakan oksidatif. Aktivitas antioksidan dari senyawa antosianin ini berperan penting dalam mencegah stres oksidatif dan menjaga kesehatan sel... Di samping itu, bunga telang juga berpotensi memberikan manfaat kesehatan lainnya, seperti meningkatkan kesehatan kulit dan memberikan efek menenangkan (Putri et al., 2022).

Selain bunga telang, jahe (*Zingiber officinale*) juga dikenal luas sebagai rempah yang memiliki khasiat kesehatan. Kandungan senyawa aktif seperti gingerol, shogaol, dan paradol memberikan efek antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba yang kuat. Selain itu, jahe juga mengandung senyawa flavonoid dan protease yang memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi, serta dapat dimanfaatkan sebagai obat herbal. Kandungan nutrisinya meliputi kalori sebesar 4,8 g, karbohidrat 1,07 g, serat 0,12 g, protein 0,11 g, lemak 0,05 g, dan gula 0,1 g (Kushargina et al., 2022).

Kombinasi bunga telang dan jahe dalam formulasi minuman fungsional, khususnya dalam bentuk sirup herbal, berpotensi menghasilkan produk dengan kualitas fisikokimia dan organoleptik yang optimal. Pemilihan bentuk sirup didasarkan pada kemudahan konsumsi, daya simpan yang cukup panjang, serta tingkat penerimaan yang tinggi oleh konsumen dari berbagai kelompok usia. Meskipun kedua bahan ini telah banyak diteliti secara terpisah, kajian mengenai pemanfaatannya secara bersama dalam bentuk sirup herbal masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi terbaik dalam pembuatan sirup herbal berbahan bunga telang dengan penambahan jahe, serta mengevaluasi mutu fisikokimia dan organoleptik produk yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, bunga telang, jahe, gula, air, NaOH, metanol, dan FeCl₃.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini dirancang sebagai percobaan faktor tunggal (penambahan jahe) dengan empat taraf perlakuan, yaitu penambahan jahe sebanyak 0, 10, 20 dan 30 g, dalam sistem bunga telang sebanyak 5 g, gula 140 g, dan air 60 mL. Masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati adalah karakteristik organoleptik hedonik dan mutu hedonik untuk atribut warna, rasa dan aroma, serta karakteristik fisikokimia, yaitu homogenitas, pH, kadar flavonoid dan kadar fenolik.

Data yang diperoleh dari pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dilanjutkan dengan uji Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) untuk parameter yang kelompok perlakuannya menunjukkan perbedaan yang nyata.

Pembuatan Sirup

Proses pengolahan sirup diawali dengan tahap preparasi bahan baku berupa bunga telang kering (kadar air <10%) dan rimpang jahe segar. Formulasi jahe dibagi dalam empat perlakuan, yaitu 0 (tanpa jahe), 10, 20, dan 30. Formulasi sirup bunga telang dengan penambahan jahe adalah bunga telang 5 g, jahe 0-30 g, gula 140 g, dan air 60 mL. Rimpang jahe dikupas kemudian dicuci menggunakan air mengalir. Setelah itu, dilakukan pengecilan ukuran jahe. Bunga telang dicuci secara hati-hati untuk menjaga struktur kelopak tetap utuh. Tahap ekstraksi dilakukan melalui perebusan campuran bahan dengan penambahan 60 mL air pada suhu 72°C selama 15 menit. Gula sebanyak 140 g ditambahkan selama perebusan. Setelah perebusan, campuran disaring untuk memisahkan filtrat dari ampas. Filtrat yang diperoleh didinginkan hingga mencapai suhu ruang, kemudian dikemas dalam botol steril.

Pengujian

Respons Organoleptik Hedonik

Uji hedonik dilakukan terhadap sirup bunga telang yang diformulasikan dengan variasi jenis dan konsentrasi bahan berbeda. Evaluasi organoleptik meliputi parameter warna, aroma, dan rasa, dengan melibatkan 30 panelis sebagai responden untuk menilai tingkat kesukaan. Penilaian dilakukan menggunakan skala hedonik 9 titik, yang merepresentasikan tingkat preferensi konsumen mulai dari 1 (amat sangat tidak suka) hingga 9 (amat sangat suka) (Putri et al., 2022)

Respons Organoleptik Mutu Hedonik/Deskriptif

Pengujian organoleptik ini menggunakan cara (Kushargina et al., 2022) dengan sedikit modifikasi. Pengujian organoleptik meliputi uji mutu hedonik dengan menggunakan 30 panelis. Sampel dari penelitian ini adalah sirup herbal bunga telang

penambahan jahe dengan berbagai penambahan jahe. Sampel diberi kode secara acak dan disajikan kepada panelis. Panelis kemudian diminta untuk menilai sampel yang telah disajikan menggunakan kuesioner uji organoleptik yang mencakup parameter aroma, rasa, dan warna dengan skala penilaian 5 poin sebagai berikut:

Rasa : 5=Rasa jahe sangat kuat; 4=Rasa Jahe kuat; 3=Rasa Jahe sedang; 2=Rasa jahe sangat ringan; 1=Tidak ada rasa jahe

Aroma: 5=Aroma jahe sangat kuat; 4=Aroma Jahe kuat; 3=Aroma Jahe sedang; 2=Aroma jahe sangat ringan; 1=Tidak ada aroma jahe

Warna: 5=Warna biru sangat pekat; 4=Warna biru pekat; 3=Warna biru cerah; 2=Warna biru samar; 1=Warna biru sangat samar

pH

Pengukuran pH dilakukan dengan bantuan pH meter yang telah dikalibrasi sebelumnya menggunakan larutan buffer standar pada pH 4 dan pH 7. Sampel uji disiapkan dalam bentuk larutan 10% dengan cara melarutkan 1 gram sampel ke dalam 9 mL air. Pengukuran dilakukan pada suhu ruang ($\pm 25^\circ\text{C}$) dengan mencelupkan elektroda pH meter—yang telah dibilas menggunakan akuades—ke dalam larutan sampel (Yanuarto et al., 2022).

Kadar Flavonoid

Sebanyak 0,5 mL sampel dicampurkan dengan 1 mL NaOH 10% (b/v). Sampel dianggap mengandung flavonoid jika terjadi perubahan warna yang signifikan dari warna awal hijau muda menjadi kuning, merah, atau coklat (Mailuhu et al., 2017).

Kadar Fenolik

Sebanyak 0,50 mL sampel ditambahkan ke dalam gelas preparat, kemudian ditambahkan 3 tetes metanol dan diaduk hingga merata. Selanjutnya, ditambahkan 3 tetes FeCl₃ 5%. Jika terbentuk warna hijau, merah, ungu, atau biru, hal ini menunjukkan adanya senyawa dari golongan fenolik (Anggriani et al., 2017).

Homogenitas Sirup

Uji homogenitas dilakukan pada sirup dengan cara mengamati sediaan untuk

menentukan keberadaan partikel atau endapan dalam larutan sampel. Sirup dianggap homogen jika tidak terdapat gumpalan atau endapan yang terlihat dalam larutan (Yanuarto et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Orgnoleptik

Penambahan jahe pada sirup bunga telang memberikan pengaruh signifikan terhadap respons organoleptik hedonik untuk atribut rasa dan aroma ($p < 0,05$), tetapi tidak untuk warna ($p > 0,05$). Begitu pula untuk respons organoleptik mutu hedonik (Tabel 1.).

Rasa

Rasa merupakan salah satu atribut dalam penilaian organoleptik yang sulit untuk dievaluasi, karena melibatkan penilaian terhadap karakteristik spesifik dari produk makanan tertentu. Rasa berfungsi sebagai faktor utama yang mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap suatu produk (Bremer et al., 2021). Penambahan jahe berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap karakteristik organoleptik hedonik untuk parameter rasa

sirup bunga telang (Tabel 1). Skor terendah respons organoleptik hedonik untuk atribut rasa terdapat pada sirup bunga telang tanpa penambahan jahe dengan skor 6,00 (agak suka). Sedangkan nilai tertinggi terdapat pada sirup bunga telang dengan penambahan jahe sebanyak 20 g dengan skor 7,20 (suka).

Respons organoleptik hedonik menunjukkan bahwa tingkat kesukaan terhadap rasa mengalami peningkatan dari skor 6,00 untuk sirup tanpa penambahan jahe hingga skor 7,20 untuk penambahan jahe sebanyak 20 g, kemudian sedikit menurun pada perlakuan dengan penambahan jahe 30 g dengan capaian skor 6,96. Secara statistik perlakuan penambahan 20 da 30 g jahe berbeda tidak nyata, tetapi keduanya berbeda nyata dengan perlakuan tanpa penambahan jahe dan dengan penambahan jahe 10 g. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan jahe untuk menghasilkan rasa yang paling disukai konsumen adalah sirup bunga telang dengan penambahan jahe 20g memberikan keseimbangan terbaik antara rasa pedas jahe dan rasa alami bunga telang.

Tabel 1. Pengaruh penambahan jahe terhadap karakteristik organoleptik sirup bunga telang

Penambahan jahe (g)	Respons hedonik			Respons mutu hedonik		
	Rasa	Aroma	Warna	Rasa	Aroma	Warna
0	6,00 ^a	5,60 ^a	7,06	1,00 ^a	1,00 ^a	3,47
10	6,26 ^a	6,36 ^b	7,03	2,17 ^b	1,97 ^b	3,63
20	7,20 ^b	7,30 ^c	7,10	3,30 ^c	3,23 ^c	3,67
30	6,96 ^b	7,20 ^c	6,93	4,23 ^d	4,07 ^d	3,70

Keterangan: Data adalah mean dari skor 90 respons organoleptik panelis. Data dianalisis dengan ANOVA. Data pada kolom yang sama yang diikuti angka yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Skor untuk karakteristik hedonik adalah 1-9 yang menunjukkan atribut amat sangat tidak suka, sangat tidak suka; tidak suka; agak tidak suka; netral; agak suka; suka; sangat suka; amat sangat suka.

Skor untuk atribut karakteristik mutu hedonik adalah 1-5, yaitu:

Rasa : 5=Rasa jahe sangat kuat; 4=Rasa Jahe kuat; 3=Rasa Jahe sedang; 2=Rasa jahe sangat ringan; 1=Tidak ada rasa jahe

Aroma : 5=Aroma jahe sangat kuat; 4=Aroma Jahe kuat; 3=Aroma Jahe sedang; 2=Aroma jahe sangat ringan; 1=Tidak ada aroma jahe

Warna : 5=Warna biru sangat pekat; 4=Warna biru pekat; 3=Warna biru cerah; 2=Warna biru samar; 1=Warna biru sangat samar

Respons organoleptik rasa sirup bunga telang berbeda nyata ($p < 0,05$) antar semua perlakuan. Skor respons orhanoleptik mutu hedonik rasa mengalami peningkatan dari 1,00 untuk sirup bunga telah tanpa penambahan jahe hingga skor 4,23 untuk sirup bunga telang dengan penambahan jahe

30 g. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan jahe memberikan dampak perbedaan terhadap kualitas rasa sirup herbal bunga telang. Skor respons organoleptik mutu hedonik untuk atribut rasa terendah terdapat pada sirup bunga telang tanpa penambahan jahe dengan nilai 1,00 (tidak ada rasa jahe).

Sedangkan skor tertinggi terdapat pada sirup bunga telang dengan penambahan jahe 30 g dengan nilai 4,23 (*rasa jahe kuat*).

Peningkatan mutu rasa ini dapat disebabkan oleh senyawa gingerol dan zingeron dalam jahe yang memberikan sensasi pedas dan hangat yang khas. Menurut Ahnafani et al (2024), senyawa gingerol memberikan rasa pedas segar pada jahe, sedangkan zingeron memberikan rasa manis dan aroma yang menyenangkan. Srikandi et al. (2020) menyatakan bahwa kandungan senyawa bioaktif dalam ekstrak jahe berbanding lurus dengan konsentrasi bahan yang digunakan. Gingerol sebagai komponen utama pemberi rasa pedas jahe akan semakin tinggi konsentrasinya seiring dengan peningkatan jumlah jahe yang ditambahkan. Kombinasi kedua bahan ini menghasilkan rasa yang lebih kompleks dan menarik dibandingkan sirup bunga telang murni yang cenderung hambar.

Aroma

Penerimaan terhadap suatu makanan dipengaruhi oleh aromanya, karena dalam industri makanan, pengujian aroma dapat memengaruhi hasil evaluasi konsumen terhadap produk yang dihasilkan (Putri et al., 2022). Aroma juga dikenal sebagai pencicipan jarak jauh yang melibatkan indera penciuman. Manusia dapat mengenali kelezatan makanan yang belum terlihat hanya dengan mencium bau atau aroma makanan tersebut dari jarak yang jauh (Bremer et al., 2021).

Berdasarkan hasil analisis menunjukan bahwa penambahan jahe berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap uji hedonik untuk parameter aroma sirup bunga telang dengan penambahan jahe. dapat dilihat pada Tabel 4.1 bahwa nilai terendah pada uji hedonik untuk parameter aroma terdapat pada sirup bunga telang dengan penambahan jahe pada perlakuan tanpa penambahan jahe dengan skor 5,60 (*agak suka*). Sedangkan nilai tertinggi terdapat pada sirup bunga telang dengan penambahan jahe 20 g dengan skor 7,30 (*suka*). Tingkat kesukaan terhadap aroma menunjukkan peningkatan skor dari 5,60 untuk sirup tanpa penambahan jahe hingga skor 7,30 untuk sirup dengan penambahan jahe 20 g. Kemudian relatif stabil pada perlakuan penambahan jahe 30 g dengan skor

7,20. Secara statistik, perlakuan penambahan jahe 20 dan 30 g berbeda tidak nyata namun keduanya berbeda nyata dengan perlakuan tanpa penambahan jahe dan dengan penambahan jahe 10 g.

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik pada parameter rasa, terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antar semua perlakuan. Nilai mutu hedonik rasa mengalami peningkatan dari F0 (1,00) hingga F3 (4,07), yang menunjukkan bahwa penambahan jahe memberikan dampak perbedaan terhadap aroma sirup herbal bunga telang. Nilai uji mutu hedonik pada parameter aroma terendah terdapat pada sirup bunga telang tanpa penambahan jahe pada perlakuan F0 dengan nilai 1,00 (*tidak ada aroma jahe*). Sedangkan nilai tertinggi terdapat pada sirup bunga telang dengan penambahan jahe 30 g pada perlakuan F3 dengan nilai 4,07 (*aroma jahe kuat*).

Peningkatan aroma ini disebabkan oleh semakin banyaknya senyawa volatil jahe yang terekstrak seiring dengan meningkatnya konsentrasi. Jahe memiliki aroma yang unik dan kuat disebabkan oleh adanya komponen minyak atsiri yang bersifat volatil. Aroma jahe dihasilkan dari kombinasi senyawa seperti zingeron, shogaol, dan minyak atsiri, yang memberikan wangi segar dan khas (Wulandari dan Swasono, 2022).

Warna

Warna adalah salah satu parameter yang mudah digunakan untuk menilai suatu produk pangan. Selain itu, warna juga dapat memberikan indikasi mengenai kualitas produk pangan yang diamati (Bremer et al., 2021). Warna memiliki peran penting dalam meningkatkan preferensi panelis dan juga menarik secara visual. Semakin menarik warna suatu bahan makanan, semakin besar pula minat konsumen untuk membeli produk tersebut (Putri et al., 2022)

Berdasarkan hasil analisis menunjukan bahwa penambahan jahe tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap uji hedonik untuk parameter warna sirup bunga telang dengan penambahan jahe dapat dilihat pada Tabel 4.1, yaitu skor terendah respons organoleptik hedonik untuk parameter warna terdapat pada sirup bunga telang dengan penambahan jahe sebanyak 30 g dengan skor 6,93 (*suka*). Sedangkan nilai tertinggi terdapat pada sirup

bunga telang dengan penambahan jahe 20 g dengan skor 7,10 (*suka*).

Respons organoleptik hedonik untuk earna menunjukkan berbeda tidak signifikan antar perlakuan. Skor kesukaan berkisar antara 6,93 hingga 7,10 yang menunjukkan bahwa panelis memberikan penilaian yang konsisten terhadap warna sirup tanpa dipengaruhi oleh penambahan jahe.

Respons organoleptik mutu hedonik untuk atribut rasa, terdapat perbedaan yang tidak signifikan antar perlakuannya ($p > 0,05$). Nilai mutu hedonik warna berkisar antara 3,47 (tanpa penambahan jahe) hingga 3,70 (dengan penambahan jahe 30 g), yang menunjukkan bahwa penambahan jahe memberikan dampak yang tidak signifikan terhadap kualitas warna sirup. Skor uji mutu hedonik untuk atribut warna terendah terdapat pada sirup bunga telang tanpa penambahan jahe dengan nilai 3,47 (Warna biru cerah). Sedangkan skor tertinggi terdapat pada sirup bunga telang dengan penambahan jahe 30 g dengan nilai 3,70 (Warna biru pekat).

Stabilitas warna biru pada semua perlakuan menunjukkan bahwa penambahan jahe tidak mempengaruhi intensitas warna yang dihasilkan oleh antosianin bunga telang. Hal ini menguntungkan karena warna biru

yang dari bunga telang tetap terjaga sebagai daya tarik visual produk. Antosianin dalam bunga telang, khususnya ternatin, memiliki stabilitas yang baik dan tidak terpengaruh oleh penambahan jahe (Indranita et al., 2024). Menurut Palimbong dan Pariama (2020) antosianin dalam bunga telang sangat stabil dan memberikan warna biru yang intens, sehingga penambahan jahe yang berwarna kuning pucat tidak memberikan perubahan warna yang signifikan pada produk akhir. Stabilitas warna ini menguntungkan karena warna biru dari bunga telang merupakan daya tarik utama produk dan menjadi pembeda dengan sirup komersial lainnya (Pertwi et al., 2024).

Karakteristik Fisikokimia

Penambahan jahe pada sirup bunga telah meningkatkan nilai pH secara signifikan ($p < 0,05$). Penambahan jahe juga tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap kadar flavonoid dan fenolik sirup bunga telang. Semua perlakuan sirup bunga telang yang dihasilkan, tanpa atau dengan penambahan jahe menghasilkan sirup dengan kadar flavonoid dan fenolik yang dapat dideteksi secara kualitatif (Tabel 2.).

Tabel 2. Pengaruh penambahan jahe terhadap karakteristik fisikokimia sirup bunga telang

Penambahan jahe (g)	Homogenitas	pH	Flavonoid	Fenolik
0	Homogen	5,56 ^a	+	+
10	Homogen	5,69 ^b	+	+
20	Homogen	5,77 ^c	+	+
30	Homogen	5,83 ^d	+	+

Keterangan: Data untuk parameter pH (dianalisis dengan ANOVA) yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$). Keterangan: (+) menunjukan positif mengandung senyawa flavonoid dan fenolik.

Karakteristik bunga telang yang telah dipublikasikan adalah pH 4-7 (Erwawati dan Wahdaniah, 2021); Flavonoid + (Purwanto dan Aprilia, 2022); Fenolik + (Purwanto dan Aprilia, 2022); Homogen (Hidayati et al., 2020).

Homogenitas

Uji homogenitas dilaksanakan untuk menghasilkan sediaan sirup yang stabil, homogen, dan terhindar dari kontaminasi (Damayanti et al., 2024). Hasil pengujian homogenitas menunjukkan bahwa semua formulasi sirup herbal bunga telang dengan penambahan jahe sampai dengan 30 g kedalam sistem sirup (40 mL air, 140 g gula,

dan 5 g bunga telang) memiliki karakteristik homogen. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pencampuran dan pengolahan telah dilakukan dengan baik sehingga tidak terdapat pemisahan fase atau endapan dalam produk akhir. Homogenitas yang baik sangat penting dalam produk sirup karena mempengaruhi stabilitas fisik, distribusi senyawa aktif, dan penerimaan konsumen, homogenitas yang

baik dapat dicapai melalui proses pencampuran yang optimal dan penggunaan bahan penstabil yang tepat (Hidayati et al., 2020).

pH

Semakin banyak variasi jahe yang ditambahkan, semakin tinggi pula nilai pH yang dihasilkan. Nilai pH pada sirup herbal bunga telang dengan penambahan jahe dipengaruhi oleh kandungan senyawa homolog fenolik yang terdapat dalam jahe merah, yang termasuk dalam kategori asam lemah dan tidak stabil. Ketika terpapar panas dan suhu tinggi, senyawa ini dapat terkonversi menjadi shogaol. Penambahan jahe berpotensi meningkatkan pH akibat penurunan tingkat keasaman, sehingga jumlah ion H^+ yang dilepaskan menjadi semakin kecil (Wulandari dan Swasono, 2022). Nilai pH sirup belum ditetapkan dengan standar nasional (BSN, 2013), namun pH sirup bunga telang dengan penambahan jahe ini konsisten dengan pernyataan yang ada. Menurut Erwawati dan Wahdaniah (2021), yaitu sirup yang berkualitas disarankan memiliki nilai pH dalam rentang 4-7.

Flavonoid

Berdasarkan tabel 4.4 hasil uji kualitatif flavonoid menunjukkan bahwa semua sampel sirup herbal bunga telang dengan penambahan jahe sampai dengan 30 g kedalam sistem sirup (40 mL air, 140 g gula, dan 5 g bunga telang) memberikan hasil “positif” mengandung flavonoid dapat ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kuning. Hal ini mengindikasikan bahwa bunga telang sebagai bahan utama memiliki kandungan flavonoid dan stabil meskipun dilakukan proses pengolahan menjadi sirup. Bunga telang (*Clitoria ternatea*) dikenal kaya akan senyawa flavonoid, terutama antosianin yang memberikan warna biru khas pada bunga tersebut. Kandungan flavonoid dalam bunga telang dapat mencapai nilai yang signifikan dan memberikan aktivitas antioksidan yang tinggi (Kushargina et al., 2022).

Penambahan jahe tidak mengurangi kandungan flavonoid dalam sirup, bahkan dapat memberikan kontribusi tambahan karena jahe juga mengandung flavonoid. Berdasarkan hasil penelitian Nurwidah et al. (2024) yang menunjukkan bahwa

peningkatan jumlah jahe akan berbanding lurus dengan total flavonoid yang terdapat pada sampel

Fenolik

Seperti halnya flavonoid, hasil uji kualitatif untuk senyawa fenolik menunjukkan hasil positif yang mengindikasikan keberadaan senyawa fenolik pada semua perlakuan, yang ditandai dengan perubahan warna menjadi merah. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan senyawa fenolik tetap terjaga dalam produk sirup herbal meskipun telah mengalami proses pengolahan. Bunga telang mengandung senyawa fenolik, senyawa ini memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dan berkontribusi terhadap manfaat kesehatan (Purwanto et al., 2022). Jahe juga kaya akan senyawa fenolik, terutama gingerol dan shogaol yang memiliki aktivitas antioksidan dan anti-inflamasi (Ahnafani et al., 2024).

Keberadaan senyawa fenolik dalam produk akhir sangat penting karena senyawa ini bertanggung jawab terhadap aktivitas antioksidan, antimikroba, dan berbagai manfaat kesehatan lainnya. Menurut Marpaung (2020), senyawa fenolik dapat membantu mencegah berbagai penyakit degeneratif melalui mekanisme penangkapan radikal bebas.

KESIMPULAN

Penambahan jahe berpengaruh signifikan terhadap respons organoleptik rasa dan aroma, tetapi tidak terhadap warna. Sirup dengan penambahan jahe 20 g mendapatkan respons organoleptik hedonik untuk parameter rasa 7,20 dan aroma 7,30. Penambahan jahe meningkatkan kualitas respons organoleptik mutu hedonik untuk rasa dan aroma sirup, dengan nilai tertinggi pada perlakuan penambahan jahe 30 g untuk rasa 4,23 dan aroma 4,07. Penambahan jahe memberikan peningkatan nilai pH yang signifikan dari 5,56 (tanpa penambahan jahe) menjadi 5,83 untuk penambahan jahe sebesar 30 g. Nilai pH sirup yang direkomendasi adalah memiliki nilai antara 4-7. Semua sample pada penelitian ini mengandung senyawa flavonoid dan senyawa fenolik.

Selain itu, semua formulasi menunjukkan homogenitas yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahnaiani, M. N., Nasiroh, Aulia, N., Lestari, N. L. M., Ngongo, M., Hakim, A. R., Jahe (*Zingiber officinale*): Tinjauan fitokimia, farmakologi, dan toksikologi. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan* 11(10), 1992-1998.
- Bremer, R., Palijama, S., Jambormias, J. 2021. Karakteristik kimia dan organoleptik sirup gandaria dengan penambahan konsentrasi gula. *Agrotekno: Jurnal Teknologi Pertanian* 10(1), 56–63. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2021.10.1.56>
- BSN. 2013. SNI 3544:2013 Sirup. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Cahyaningsih, E., Yuda, P. E. S. K., Santoso, P. 2019. Skrining fitokimia dan uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan metode spektrofotometri Uv-Vis. *Ilmiah Medicamento* 5(1), 51-57. <https://doi.org/10.36733/medicamento.v5i1.851>
- Damayanti, L. M., Mahdiyah, D., Noval, Nastiti, K., 2024. Aktivitas antibakteri sediaan sirup daun sirih merah (*Piper crocotum* Ruiz & Pav) terhadap bakteri *Salmonella typhii*. *Jurnal Surya Medika* 10(1): 295-300.
- Indarnita, L., Rahmah, N. A., Juniarti, J., Abdussalam, M., 2024. Identifikasi senyawa kelompok antosianin dalam ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea*) dengan menggunakan uHPLC-MS/MS. *Majalah Saintekes* 11(1), 36-44. <https://doi.org/10.33476/ms.v11i1.3940>
- Jeyaraj, E. J., Lim, Y. Y., Choo, W. S. 2020. Extraction methods of butterfly pea (*Clitoria ternatea*) flower and biological activities of its phytochemicals. *Journal of Food Science and Technology* 58(6), 2054–2067. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04745-3>
- Kushargina, R., Kusumaningati, W., Yunianto, A. E. 2022. Pengaruh bentuk, suhu, dan lama penyeduhan terhadap sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan teh herbal bunga telang (*Clitoria ternatea* L.). *Gizi Indonesia* 45(1), 11–22. <https://doi.org/10.36457/gizindo.v45i1.633>
- Marpaung, A.M. 2020. Tinjauan manfaat bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) bagi kesehatan manusia. *Journal of Functional Food and Nutraceutical* 1(2), 63–85. <https://doi.org/10.33555/jffn.v1i2.30>
- Nurwidah, A., Muhanniah, Asnia, A. 2024. Analisis kandungan flavonoid minuman fungsional jahe dan ketumbar serta jahe dan kayu manis. *Journal of Agritech Science* 8(2), 103-111.
- Palimbong, S., Pariama, A.S. 2020. Potensi ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* Linn) sebagai pewarna pada produk tape ketan. *Jurnal Sains dan Kesehatan* 2(3), 228–235. <https://jsk.ff.unmul.ac.id/index.php/JSK/article/view/151>
- Pertiwi, F. D., Rezaldi, F., Puspitasari, R., 2022. Uji aktivitas dan formulasi sediaan liquid body wash dari ekstrak etanol bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai antibakteri *Staphylococcus epidermis*. *Klinik: Jurnal Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan* 1(1): 53-56. <https://doi.org/10.55606/klinik.v1i1.257>
- Purwanto, U. M. S., Aprilia, K., Sulistiyani, 2022. Aktivitas antioksidan ekstrak kembang telang (*Clitoria ternatea* L.) dalam menghambat peroksidasi lipid. *Current Biochemistry* 9(1), 26-37.
- Putri, G. A. P., Putri, R. F., Sauqina, S., 2022. Pengaruh konsentrasi antosianin terhadap kemampuan pencegahan fermentasi sirup bunga telang (*Clitoria ternatea* Linn). *Jurnal Sains dan Terapan* 1(3), 235-247.

- <https://doi.org/10.57218/juster.v1i3.583>
- Srikandi, Humairoh, M., Sutamihardja, R. 2020. Kandungan gingerol dan shogaol dari ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* Roscoe) dengan metode maserasi bertingkat. *Al-Kimiya*, 7(2), 75-81.
<https://doi.org/10.15575/ak.v7i2.6545>
- Wulandari, I., Swasono, M. A. H. 2022. Pengaruh penambahan ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale*) pada susu terhadap uji fisikokimia dan organoleptik ginger milk curd. *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian* 13(2), 264–270.
<https://doi.org/10.35891/tp.v13i2.3446>
- Yanuarto, T., Novia, D., Lestari, S.P., 2022. Formulasi sediaan sirup sari buah senggani (*Melastoma malabathricum* L.). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia* 5(1), 130–139.
<https://doi.org/10.36387/jifi.v5i1.914>

KARAKTERISTIK KIMIA MI KERING YANG DISUBSTITUSI DENGAN TEPUNG JELAI (*Coix lacryma-jobi* L.) TERMODIFIKASI HEAT MOISTURE TREATMENT (HMT)

*Chemical Characteristics of Dried Noodles Substituted with Heat Moisture Treatment (HMT)-Modified Jelai Flour (*Coix lacryma-jobi* L.)*

Bernando J. Naibaho, Sukmiyati Agustin*

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

**)Penulis korespondensi: sukmiyati.agustin@faperta.unmul.ac.id*

Submisi: 14.8.2025; Penerimaan: 13.1.2026; Dipublikasikan: 9.3.2026

ABSTRAK

Konsumsi mi kering yang tinggi di Indonesia meningkatkan ketergantungan pada tepung terigu impor. Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.), yang bergizi tinggi, menjadi alternatif pengganti, tetapi sifatnya yang bebas gluten membuat mi kurang elastis, mudah patah, dan memiliki rasa kuat. Dengan menerapkan *Heat Moisture Treatment* (HMT), struktur pati jelai dapat diubah sehingga karakteristiknya lebih sesuai untuk pembuatan mi kering. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu rasio tepung terigu dan tepung jelai termodifikasi HMT (100% tepung terigu, 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, dan 50%:50%) dengan 4 ulangan. Parameter yang diamati adalah kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar, karbohidrat, dan kalori mi kering. Data dianalisis dengan ANOVA dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan substitusi terigu oleh tepung jelai termodifikasi HMT secara signifikan mempengaruhi kadar air, abu, protein, lemak, serat, dan karbohidrat mi kering, namun berpengaruh tidak nyata terhadap nilai kalori. Semakin tinggi jumlah tepung jelai termodifikasi HMT yang digunakan maka kadar air, abu, lemak, dan serat kasar meningkat, sementara kadar protein dan karbohidrat menurun. Formulasi optimal untuk menghasilkan mi kering yang sesuai dengan SNI 8217:2015 adalah substitusi tepung terigu oleh 10% tepung jelai HMT, dengan sifat kimia kadar air 5,06%, kadar abu 2,34%, kadar protein 18,12%, kadar lemak 0,55 %, kadar karbohidrat 74,26%, dan kadar serat kasar 1,09%, serta total kalori 374,48 kkal.

Kata kunci: mi kering, tepung jelai, Heat Moisture Treatment (HMT), karakteristik kimia.

ABSTRACT

High consumption of dried noodles in Indonesia increases dependence on imported wheat flour. Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.), which is highly nutritious, has become an alternative substitute, but its gluten-free nature makes the noodles less elastic, brittle, and have a strong taste. By applying Heat Moisture Treatment (HMT), the starch structure of barley can be modified so that its characteristics become more suitable for making dried noodles. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with one factor, namely the ratio of wheat flour to HMT-modified jelai flour (100%:0%, 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, and 50%:50%) with 4 replications. Analyses conducted on the dried noodles included moisture content, ash, protein, fat, crude fiber, carbohydrate, and calories. The test data were analyzed using ANOVA and Duncan's multiple range test at $\alpha = 5\%$, using SPSS 25. The results showed that substitution of wheat flour with HMT-modified jelai flour significantly affected the moisture content, ash, protein, fat, crude fiber, and carbohydrate of dried noodles, but did not affect the calorie value. The higher the amount of HMT-modified jelai flour used, the higher the moisture, ash, fat, and crude fiber content, while protein and carbohydrate content decreased. The optimal formulation to produce dried noodles in accordance with SNI 8217:2015 is a substitution of wheat flour

by 10% HMT-modified jelai flour, which yielded a chemical characteristics of dried noodles of 5.06% moisture content, 2.34% ash, 18.12% protein, 0.55% fat, 74.26% carbohydrate, and 1.09% crude fiber, as well as total calories of 374.48 kcal.

Keywords: dried noodles, jelai flour, Heat Moisture Treatment (HMT), chemical characteristics.

PENDAHULUAN

Mi adalah makanan yang terbuat dari tepung terigu dan sangat disukai masyarakat Indonesia, baik sebagai makanan tambahan maupun pengganti makanan pokok (Ahmad et al., 2018). Indonesia merupakan negara dengan konsumsi mi instan terbanyak kedua di dunia pada tahun 2023, dengan total konsumsi mencapai 14,54 miliar porsi atau 12% dari konsumsi global (Fahira et al., 2024). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3551-1994, mi kering adalah pangan kering yang terbuat dari tepung terigu dengan atau tanpa bahan tambahan lain yang diperbolehkan (Lala et al., 2013).

Mi diproduksi terutama dari tepung terigu, yang merupakan bahan baku impor, sehingga tingginya konsumsi mi menjadi tantangan bagi ketahanan pangan nasional. Pada tahun 2023, impor gandum dan meslin Indonesia mencapai 10,58 juta ton, meningkat 14,90% dibandingkan tahun sebelumnya (Yashilva., 2024). Oleh karena itu, diperlukan pemanfaatan sumber pangan lokal untuk mengurangi ketergantungan impor (Rosmeri, 2013).

Jelai (*Coix lacryma-jobi* L) menjadi salah satu alternatif bahan pensubstitusi gandum yang menjanjikan. Meskipun nutrisi jelai cukup baik, penggunaannya dalam produksi mi terbatas karena tidak mengandung gluten, sehingga mi yang dihasilkan cenderung kurang elastis dan mudah patah serta memiliki rasa khas yang kurang disukai sebagian besar konsumen (Syahrumsyah et al., 2018).

Modifikasi tepung jelai dengan teknik *Heat Moisture Treatment* (HMT) dapat memperbaiki sifat fungsionalnya. HMT adalah proses pemanasan tepung pada suhu tinggi dengan kadar air rendah yang meningkatkan ketahanan panas, mempertahankan antioksidan, dan memperbaiki tekstur tepung untuk produksi mi kering (Setiyoko et al., 2018; Rahim et al., 2021).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan pati sagu termodifikasi HMT menunjukkan bahwa kadar amilosa dan kelarutan dari pati sagu termodifikasi mengalami peningkatan, sedangkan *swelling power* sedikit menurun. Hasil penelitian ini menunjukkan substitusi pati sagu termodifikasi HMT sampai 30% masih menghasilkan mi kering yang memenuhi syarat mutu mi kering menurut SNI 8217:2015, dengan hasil kadar air 12,23% dan kadar protein 10,35% (Mandei, 2018). Penelitian yang lainnya juga menunjukkan bahwa tepung keladi termodifikasi HMT dapat menurunkan kadar air, kadar protein, kadar lemak serta meningkatkan kadar abu, kadar karbohidrat dan kadar serat kasar (Dewi et al., 2023). Berdasarkan hal ini, penelitian diperlukan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung jelai termodifikasi HMT terhadap sifat kimia mi kering, meliputi kadar air, abu, lemak, protein, serat, dan karbohidrat, guna memperoleh formula terbaik yang memenuhi standar mutu mi kering (Mahmud et al., 2019).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama penelitian ini adalah biji jelai yang berasal dari petani di Jalan Raya Lempatan, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Untuk modifikasi HMT digunakan air minum kemasan merek Vit dan tepung jelai. Bahan pembuatan mi kering meliputi tepung jelai termodifikasi HMT, tepung terigu, telur, air, dan garam. Bahan analisis kimia terdiri dari petroleum benzen, kapas wool bebas lemak, asam sulfat pekat, selenium, aquades, natrium hidroksida, asam borat, indikator bromcresol green-methyl red, asam klorida, aseton, dan kertas saring. Semua bahan kimia yang digunakan adalah *analytical grade* dari Merck (Jerman).

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan 6 perlakuan rasio tepung terigu dan tepung jelai termodifikasi HMT: P1 (100:0), P2 (90:10), P3 (80:20), P4 (70:30), P5 (60:40), P6 (50:50), masing-masing diulang 4 kali. Parameter yang diukur meliputi kadar air, abu, lemak, protein, serat, karbohidrat dan total kalori. Data dianalisis dengan ANOVA, jika ada pengaruh signifikan dilanjutkan uji Duncan pada tingkat kepercayaan 5%. Analisis dilakukan menggunakan SPSS versi 25.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Tepung Jelai

Proses pembuatan tepung jelai dimulai dengan penyortiran biji jelai untuk menghilangkan kulitnya. Biji yang sudah disortir dicuci dengan air mengalir, kemudian ditiriskan di bawah sinar matahari selama sekitar 8 jam hingga kering. Selanjutnya, biji dikeringkan di oven selama 12 jam pada suhu 60°C. Setelah kering, biji jelai dihaluskan dengan blender dan diayak menggunakan saringan 80 mesh.

Pembuatan Tepung Jelai Termodifikasi HMT

Pembuatan tepung jelai termodifikasi HMT dimulai dengan menyiapkan tepung jelai ukuran 80 mesh (kadar air = 5,38%), kemudian ditambahkan air hingga kadar air mencapai 20%. Selanjutnya tepung ditempatkan dalam loyang dan disimpan dalam lemari es pada suhu 4°C selama 16 jam. Setelah itu, loyang dipanaskan dalam oven bersuhu 110°C selama 2 jam, lalu didinginkan di suhu ruang selama 1 jam. Terakhir, tepung digiling kembali dan diayak menggunakan saringan 80 mesh.

Pembuatan Mi Kering

Tepung terigu (TT) dan tepung jelai termodifikasi HMT (TJ) dicampur sesuai perlakuan, yaitu TT 100 g, TT 90 g dan TJ 10 g, TT 80 g dan TJ 20 g, TT 70 g dan TJ 30 g, TT 60 g dan TJ 40 g, TT 50 g dan TJ 50 g. Ke dalam setiap campuran ditambahkan 2 g garam, 3 g kuning telur, 7 g putih telur, dan 30 mL air. Semua bahan diaduk dengan *mixer* pada kecepatan rendah selama 15 menit hingga tercampur rata, lalu didiamkan

selama 30 menit. Adonan lalu digiling menggunakan *roll press* berulang (4-5 kali) hingga ketebalan mencapai 1,5 mm, kemudian dicetak dengan *noodle maker* menjadi untaian mi. Mi dikukus selama 15 menit dengan api sedang, kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 55°C selama 20 jam. Setelah itu, mi didinginkan dan dikemas sebelum dianalisis (Elwin et al., 2022).

Prosedur Analisis

Analisis yang dilakukan terhadap mi kering dengan substitusi tepung jelai termodifikasi HMT adalah kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat dan kadar serat kasar berdasarkan metode Sudarmadji et al. (2007). Analisis total kalori dilakukan sesuai dengan metode Atwater (1902).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Substitusi tepung jelai HMT memberikan pengaruh nyata terhadap semua sifat kimia mi kering, meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar serat, serta total kalorinya (Tabel 1.).

Kadar Air

Kadar air mi dari tepung terigu (tanpa substitusi tepung jelai) adalah 4,52%, sedangkan mi dengan substitusi tepung jelai berkisar 5,06% – 7,10%. Semua nilai kadar air masih memenuhi standar SNI 8217:2015 yang menetapkan kadar air maksimal 13%. Kadar air mi kering terigu lebih rendah dibandingkan mi kering yang disubstitusi tepung jelai termodifikasi HMT, sejalan dengan hasil penelitian (Ahmad et al., 2018) yang menemukan kadar air lebih tinggi pada mi dengan 50% substitusi pati bonggol pisang termodifikasi HMT dibandingkan mi tepung terigu.

Kadar Abu

Kadar abu mi kering dari tepung terigu rata-rata berkisar 1,04% hingga 2,33%, sedangkan mi dengan substitusi tepung jelai termodifikasi berkisar 2,34% hingga 2,42%. Semua nilai masih memenuhi standar SNI 01-2974-1992 yang menetapkan kadar abu maksimal 3%. Kadar abu mi dengan

substitusi tepung jelai lebih tinggi dibandingkan mi dari tepung terigu, sesuai dengan penelitian Syahrumsyah et al. (2018) yang melaporkan kadar abu mi basah

substitusi tepung jelai antara 1,15% hingga 1,67%.

Tabel 1. Rekapitulasi Sifat Kimia Mi Kering Tersubstitusi Tepung Jelai Termodifikasi HMT

Terigu (%) : tepung jelai HMT (%)	Kadar air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Karbohidrat (%)	Kadar Serat Kasar (%)	Total Kalori (Kkal)
100% terigu	4,52±0,10 ^a	2,33±0,00 ^a	18,30±0,10 ^a	0,35±0,10 ^a	74,47±0,15 ^a	0,55±0,01 ^a	374,22±0,87 ^a
90 : 10	5,06±0,06 ^b	2,34±0,00 ^b	18,12±0,10 ^b	0,55±0,10 ^b	74,26±0,06 ^a	1,09±0,01 ^b	374,48±0,49 ^a
80 : 20	5,58±0,11 ^c	2,36±0,00 ^c	17,90±0,09 ^c	0,75±0,10 ^c	74,02±0,21 ^b	1,22±0,01 ^c	374,46±0,37 ^a
70 : 30	6,17±0,10 ^d	2,38±0,00 ^d	17,73±0,09 ^d	0,95±0,10 ^d	73,68±0,15 ^c	1,72±0,01 ^d	374,17±0,50 ^a
60 : 40	6,62±0,08 ^e	2,40±0,00 ^e	17,55±0,09 ^e	1,10±0,12 ^{de}	73,39±0,20 ^{cd}	2,22±0,01 ^e	373,66±0,49 ^a
50 : 50	7,10±0,04 ^f	2,42±0,00 ^f	17,38±0,09 ^f	1,25±0,19 ^e	73,20±0,26 ^d	2,33±0,01 ^f	373,54±0,92 ^a

Keterangan : Data (mean±SD) diperoleh dari 4 kali ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan, $p < 0,05$). Tepung komposit dibuat dengan basis 100 g.

Kadar Protein

Kadar protein mi dari tepung terigu adalah 18,30%, sedangkan mi dengan substitusi tepung jelai berkisar antara 17,38% hingga 18,12%. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 8217:2015, kadar protein mi kering memenuhi syarat mutu yaitu minimal 10%. Kadar protein mi terigu lebih tinggi dibandingkan mi substitusi tepung jelai. Hal ini sesuai dengan penelitian Mandei (2018) terhadap mi kering yang disubstitusi dengan tepung sagu termodifikasi HMT yang menunjukkan bahwa kadar protein mi kering menurun dengan semakin tingginya substitusi pati sagu termodifikasi HMT. Rendahnya kadar protein mi substitusi ini disebabkan kandungan protein pati sagu yang jauh lebih rendah (sekitar 1,71%) dibandingkan tepung terigu yang mengandung 13%–14% protein.

Kadar Lemak

Kadar lemak mi kering yang dihasilkan dari substitusi tepung jelai HMT 30% berbeda tidak nyata dengan substitusi 40%, dan substitusi 40% berbeda tidak nyata dengan substitusi 50%, namun ketiganya berbeda nyata dengan mi kering yang dihasilkan tanpa substitusi tepung jelai HMT, substitusi 10%, dan substitusi 20%. Kadar lemak tertinggi terdapat pada mi kering

dengan substitusi tepung jelai HMT 50%, yaitu 1,25%. Sedangkan terendah pada mi kering tanpa substitusi tepung jelai adalah 0,35%. Menurut SNI 8217-2015, tidak terdapat ketentuan kadar minimum atau maksimum khusus untuk kadar lemak pada mi kering. Namun berdasarkan berbagai sumber dan penelitian, kadar lemak mi kering berkisar antara 1-2,5%, sehingga mi kering dengan substitusi tepung jelai termodifikasi HMT masih memenuhi syarat mutu mi kering umum (Nelas et al., 2022).

Kadar Serat Kasar

Hasil analisis statistik menunjukkan perbedaan nyata pada kadar serat kasar antar perlakuan pada mi kering yang disubstitusi tepung jelai termodifikasi HMT. Kadar serat kasar tertinggi terdapat pada P6 dengan rata-rata 2,33%, sedangkan terendah pada perlakuan tanpa substitusi tepung jelai HMT dengan rata-rata 0,55%. Menurut SNI 8217:2015, tidak ada ketentuan kadar serat kasar minimum atau maksimum khusus untuk mi kering. Namun berdasarkan penelitian Almadany et al. (2024), kadar serat kasar mi kering yang dianggap baik berkisar antara 3% hingga 5%.

Karbohidrat

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa substitusi terigu dengan tepung jelai

termodifikasi HMT berpengaruh nyata terhadap kadar karbohidrat mi kering. Kadar karbohidrat mi kering berkisar antara 73,20% hingga 74,47% dengan kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada perlakuan P1 (100% gandum, 0% tepung jelai HMT) sebesar 74,47%, sedangkan terendah pada P6 sebesar 73,20%. Penurunan kadar karbohidrat terjadi seiring peningkatan substitusi tepung jelai HMT karena kandungan karbohidrat tepung jelai (70%-71%) lebih rendah dibandingkan tepung terigu (77%-84%) (Oktarini et al., 2022; Rahmalia et al., 2024). Modifikasi HMT meningkatkan kadar amilosa dan pati resisten, yang merupakan karbohidrat kompleks, dengan membentuk ikatan baru yang membuat struktur pati lebih rapat dan stabil (Mandei, 2018). Selain itu, kadar karbohidrat juga dipengaruhi oleh komponen kimia lain seperti abu, protein, air, dan lemak.

Total Kalori

Hasil analisis statistik menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan total kalori antar perlakuan pada mi kering substitusi tepung jelai termodifikasi HMT. Metode HMT tidak mempengaruhi total kalori secara langsung (Zamzami et al., 2021), melainkan lebih berdampak pada sifat organoleptik, kadar serat, dan struktur pati yang mempengaruhi pencernaan dan indeks glikemik. Total kalori makanan dihitung berdasarkan kandungan makronutrien (karbohidrat, protein, lemak), yang tidak berubah drastis akibat perlakuan HMT, sehingga total kalori kering tetap stabil (Suleman et al., 2023).

KESIMPULAN

Substitusi tepung terigu oleh tepung jelai termodifikasi HMT pada produksi mi kering berpengaruh signifikan terhadap kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar, dan karbohidrat. Peningkatan jumlah tepung jelai HMT cenderung menaikkan kadar air, abu, lemak, dan serat kasar, tetapi menurunkan kadar protein dan karbohidrat. Dibandingkan dengan SNI 8217:2015 Syarat Mutu Mi Kering (berbahan baku tepung terigu), mi kering yang dibuat dengan substitusi tepung jelai termodifikasi HMT 10% memenuhi syarat mutu untuk semua kriteria parameter

yang diujikan dalam penelitian ini, dengan sifat kimia adalah kadar air 5,06%, kadar abu 2,34%, kadar protein 17,56%, kadar lemak 0,55%, kadar karbohidrat 74,26%, dan kadar serat kasar 1,09%, serta total kalori 374,48 kkal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I., Une, S., Antuli, Z., 2018. Fisik dan kimia mie kering dari pati bonggol pisang kepok dengan metode modifikasi Heat Moisture Treatment (HMT). *J. Ilmu dan Teknol. Pangan* 1(1), 2–14. <https://doi.org/10.37905/jjft.v1i1.8368>
- Almadany, M. I. A., Handayanti, L., Susilowati, P. E., 2024. Fortifikasi mie kering dengan tepung sorgum sebagai makanan fungsional sumber serat pangan. *Nutr. Sci. Journal*. 3(2), 89–95. <https://doi.org/10.37058/nsj.v3i2.12008>
- Atwater, O. W., 1902. Principles of nutrition and nutritive value of food. *Farmers' Bulletin No.142*. U.S. Department of Agriculture, Washington.
- Dewi, K. M. K. D., Wiadnyani, A. A. I. S., Puspawati, G. A. K. D., 2023. Karakteristik dan potensi pangan fungsional flakes dengan perbandingan tepung keladi alami (*Xanthosoma sagittifolium*) dan termodifikasi Heat Moisture Treatment (HMT). *Itepa: J. Ilmu dan Teknol. Pangan* 12(4), 882–899. <https://doi.org/10.24843/itepa.2023.v12.i04.p11>
- Elwin, E., Shalihy, W., Pratiwi, I., Masriani, M., 2022. Kajian substitusi sebagian tepung terigu dengan tepung ubi jalar dalam pembuatan mie kering untuk mendukung diversifikasi pangan lokal. *J. Trit.* 13(1), 43–51. <https://doi.org/10.47687/jt.v13i1.228>
- Fahira, D., Putri, D. C., Taufhan, L. S., Nasution, Y. S. J., 2024. Analisis faktor-faktor penyebab konsumsi mie instan dikalangan mahasiswa UINSU Prodi Akuntansi Syariah Tahun

- 2023/2024. J. Ekon. Bisnis, Manajemen, dan Akunt. 3(2), 391–404.
<https://doi.org/10.61930/jebmak.v3i2.657>
- Lala, F., Susilo, B., Komar, N., 2013. Uji karakteristik mie instan berbahan-baku tepung terigu dengan substitusi mocaf. J. Bioproses Komod. Trop. 1(2), 11–20.
- Mahmud, M., Limonu, M., Une S., 2019. Mutu biologis biskuit yang disubstitusi dengan pati kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) modifikasi. Jambura J. Food. Technol. 1(1), 1–14.
<https://doi.org/10.37905/jjft.v1i1.7669>
- Mandei, J. H., 2018. Penggunaan pati sagu termodifikasi dengan heat moisture treatment sebagai bahan substitusi untuk pembuatan mi kering. J. Penelit. Teknol. Ind. 8, 59.
<https://doi.org/10.33749/jpti.v8i1.1321>
- Nelas, M. H., Sumartrini, S., Nabila, R., Hutapea, N., Fitriana, E., Saputra, N., 2022. The effect of thickeners on the quality of “indofishme” instant noodles as nutrition rich instant noodles based on fish (*Scomberomorus commerson*) and Seaweed (*E. cottonii*). Procedia Soc. Sci. Humanit. 3, 192–200.
<https://doi.org/10.21070/pssh.v3i.157>
- Oktarini, I. T., Rosida, Agung W. T., 2022. The effect of the proportion of wheat flour: Fermented jali. Agritepa 9(2), 411–424.
- Rahmalia, R. R., Yuliani, R., Islami, A. N., Khoerunnisa, F., Sari, Y. P., 2024. Pengaruh komposisi tepung ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.) dan terigu terhadap sifat fisik, kimia dan tingkat kesukaan pada cookies. Journal of Food and Agricultural Product 4(2), 80–89.
<https://doi.org/10.32585/jfap.v4i2.5820>
- Rahim, V. S., Liputo, S. A., Maspeke, P. N., 2021. Sifat fisikokimia dan organoleptik mie basah dengan substitusi tepung ketan hitam termodifikasi Heat Moisture Treatment (HMT). Jambura J. Food Technol. 3(1), 42–56.
<https://doi.org/10.37905/jjft.v3i1.7295>
- Rosmeri, V. I., Monica, B. N., Budiyantri, C. S., 2013. Pemanfaatan tepung umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) dan tepung MOCAF (Modified Cassava Flour) sebagai bahan substitusi dalam pembuatan mie basah, mie kering, dan mie instan. Teknol. Kim. Dan Ind. 2(2), 246–256.
- Setiyoko, A., Nugraeni, N., Hartutik, S., 2018. Karakteristik mie basah dengan substitusi tepung bengkuang termodifikasi Heat Moisture Treatment (HMT). J. Teknol. Pertan. Andalas 22(2), 102–110.
<https://doi.org/10.25077/jtpa.22.2.102-110.2018>
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi, 2007. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi ke-3. Liberty, Yogyakarta.
- Suleman, S., Faqih, H., Lesmana, H., Utami, B. C. P., 2023. SI KALORI: Sistem pakar penghitung jumlah ideal kalori harian berbasis mobile. Indones. J. Softw. Eng. 9(1), 46–54.
<https://doi.org/10.31294/ijse.v9i1.15906>
- Syahrumayah, H., Rachmawati, M., Andriani, Y., 2018. Formulasi tepung terigu (*Triticum* sp.) dan tepung jelai (*Coix lacryma-jobi*) terhadap sifat kimia dan sensoris pada mi basah. J. Teknol. Pertan. Univ. Mulawarman 13(2), 70–74.
- Yashilva, W., 2024. Impor gandum dan meslin Indonesia mencapai rekor tertinggi pada 2023. GoodStats.
<https://goodstats.id/article/imporgandum-dan-meslin-indonesia-mencapai-rekor-tertinggi-pada-2023-tLp2S> [10 Agustus 2025]
- Zamzami, M. R., Syauqi, D., Fitriyah, H., 2021. Sistem identifikasi jenis makanan dan perhitungan kalori

berdasarkan warna HSV dan sensor loadcell menggunakan metode K-NN berbasis. J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. 5(3), 936–942. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/8684>

ANALISIS KADAR GLUKOSA PADA NASI YANG DISIMPAN DAN DIPANASKAN KEMBALI

Analysis of Glucose Levels In Stored And Reheated Rice

Marcella Febrianti Inezitha Putri¹, Eka Farpina², Ganea Qorry Aina³

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

*)Penulis korespondensi: ekafarpina10@gmail.com

Submisi 19.9.2025; Penerimaan 16.1.2026 ; Dipublikasikan 31.3.2026

ABSTRAK

Nasi merupakan makanan pokok kaya karbohidrat, sering dikonsumsi di Indonesia, namun kadar glukosanya yang tinggi dapat mempengaruhi kesehatan. Kebiasaan masyarakat menyimpan dan memanaskan kembali nasi memunculkan pertanyaan tentang dampaknya terhadap kadar glukosa. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan kadar glukosa pada nasi putih, merah, dan hitam pada penyimpanan di kulkas (1-4°C) dan suhu ruang (20-25°C) selama 1, 3, dan 6 jam, serta setelah pemanasan kembali (65°C selama 15 menit). Penelitian ini menggunakan metode *quasi eksperimen* dengan desain *pretest-posttest only control*. Sampel yang digunakan adalah nasi putih, nasi merah, dan nasi hitam. Nasi disimpan dalam dua kondisi suhu kulkas (1-4°C) dan suhu ruang (20-25°C), dengan variasi waktu penyimpanan 1 jam, 3 jam, dan 6 jam. Setelah penyimpanan, nasi dipanaskan kembali pada suhu 65°C selama 15 menit. Pengukuran kadar glukosa dilakukan menggunakan metode *Luff-Schoorl*. Data dianalisis menggunakan uji t berpasangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nasi putih dengan penyimpanan pada suhu ruang selama 1 jam mempunyai kadar glukosa tertinggi, yaitu 8,0956%, dan terendah adalah nasi hitam dengan penyimpanan dalam kulkas selama 6 jam (3,8958%). Pada perlakuan pemanasan kembali, kadar glukosa tertinggi diperoleh dari nasi putih dengan penyimpanan pada suhu ruang selama 1 jam (8,2098%) dan terendah adalah nasi hitam dengan penyimpanan dalam kulkas selama 6 jam (4,0303%). Penyimpanan, waktu penyimpanan dan pemanasan memberikan pengaruh nyata terhadap perbedaan kadar glukosa dari nasi yang dicobakan. Hasil yang paling aman untuk penderita diabetes melitus adalah nasi hitam yang disimpan di kulkas selama 6 jam lalu dipanaskan kembali.

Kata kunci : Nasi, glukosa, penyimpanan, pemanasan

ABSTRACT

Rice is a staple food rich in carbohydrates, often consumed in Indonesia, but its high glucose levels can affect health. The habit of storing and reheating rice raises questions about its impact on glucose levels. This study aimed to analyze changes in glucose levels in white, red, and black rice stored in the refrigerator (1-4 °C) and at room temperature (20-25°C) for 1, 3, and 6 h, as well as after reheating (65°C for 15 min). This study used a quasi-experimental method with a pretest-posttest-only control design. The samples used were white, brown, and black rice. Rice is stored in two conditions of refrigerator temperature (1-4°C) and room temperature (20-25°C), with storage time variations of 1 hour, 3 hours, and 6 hours. After storage, the rice was reheated at 65°C for 15 min. Glucose levels were measured using the *Luff-Schoorl* method. Data were analyzed using paired t-tests. The results showed that white rice stored at room temperature for 1 h had the highest glucose level (8.0956 %), and the lowest was black rice stored in the refrigerator for 6 h (3.8958%). In the reheating treatment, the highest glucose levels were obtained from white rice stored at room temperature for 1 h (8.2098%), and the lowest was obtained from black rice stored in the refrigerator for 6 h (4.0303%). Storage, storage time, and heating had a real influence on the difference in glucose levels in the rice. The safest outcome for individuals with diabetes mellitus is black rice stored in the refrigerator for 6 h and then reheated.

Keywords: Rice, glucose, storage, heating

PENDAHULUAN

Nasi merupakan sumber karbohidrat utama yang berperan sebagai bahan bakar tubuh dan menjadi makanan pokok masyarakat Indonesia (Purbowati dan Kumalasari, 2023). Jenis nasi yang populer di Indonesia meliputi nasi putih, nasi merah, dan nasi hitam, yang masing-masing memiliki karakteristik dan kandungan nutrisi berbeda (Aryana et al., 2020). Nasi putih adalah nasi yang paling sering dikonsumsi, serta paling murah di antara beras lainnya. Nasi merah (*Oryza nivara*) merupakan bahan pangan pokok lain di Indonesia selain nasi putih. Nasi hitam (*Oryza sativa* L. Indica) memiliki rasa yang sedikit manis, tekstur yang pulen, kenyal, menjadikannya pilihan yang menarik dalam berbagai hidangan, baik sebagai lauk maupun campuran dalam salad dan hidangan penutup (Khalil, 2016). Ada berbagai macam kandungan yang dimiliki dari berbagai nasi.

Nasi putih mengandung karbohidrat tinggi dengan serat rendah, sedangkan nasi merah mengandung karbohidrat, tinggi protein, energi dan kaya akan serat pangan yang membantu mengontrol kadar glukosa darah (Bhat dan Riar, 2017). Nasi hitam mengandung karbohidrat, antosianin, mineral, vitamin, protein, dan serat yang berpotensi memberikan manfaat kesehatan (Das et al., 2014). Nasi yang telah dimasak akan dikonsumsi, dicerna, dan diserap dalam bentuk glukosa sehingga dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Ketika nasi dimasak, pati mengalami gelatinisasi yang memungkinkan struktur karbohidrat ini berubah sehingga lebih mudah dicerna oleh tubuh (Nova dan Yanti, 2017). Glukosa adalah bentuk sederhana dari gula atau sering disebut monosakarida. Tubuh manusia memproduksi glukosa dari protein, lemak dan paling banyak diproduksi dari karbohidrat (Margo dan Kartadinata, 2023). Glukosa berperan sebagai sumber energi utama, namun kelebihan asupan dapat menyebabkan obesitas dan komplikasi diabetes melitus (Juripah et al., 2019).

Diabetes melitus merupakan suatu penyakit yang disebabkan tubuh tidak mampu menghasilkan insulin (hormon yang memproduksi glukosa darah) atau pasokan insulin yang dihasilkan tidak mencukupi. Hal

ini dapat menyebabkan terjadinya peningkatan glukosa dalam darah (Kemenkes, 2021). Konsumsi makanan yang memiliki nilai indeks glikemik rendah akan memperlambat laju penyerapan glukosa ke dalam darah sehingga dapat mengontrol kadar glukosa dalam darah. Keadaan ini dapat memperbaiki atau meningkatkan sensitivitas insulin dan dapat mengurangi risiko komplikasi pada pasien diabetes melitus tipe 2 (Harsa dan Mulyasari, 2023).

Masyarakat memiliki berbagai cara dalam penyimpanan pada nasi ketika akan dikonsumsi lagi. Penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan dingin selama 24 jam pada suhu 4°C dapat menurunkan kadar glukosa pada nasi (Lu et al., 2017), sementara penyimpanan pada suhu ruang juga dapat menurunkan indeks glikemik nasi (Purbowati dan Anugrah, 2020). Selain itu, pemanasan ulang dapat mempengaruhi kandungan nutrisi, termasuk karbohidrat, dengan durasi pemanasan yang terlalu lama berpotensi menurunkan senyawa anti nutrisi (Sundari et al., 2015). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui persentase kadar glukosa pada nasi putih, nasi merah dan nasi hitam yang disimpan di suhu kulkas (1-4°C) dan suhu ruang (20-25°C) dengan penyimpanan 1 jam, 3 jam dan 6 jam kemudian dipanaskan kembali dengan suhu 65°C selama 15 menit. Penyimpanan 1 jam, 3 jam dan 6 jam dipilih dikarenakan keterbatasan waktu operasional lokasi penelitian. Manfaat penelitian ini yaitu dapat menjadi informasi, wawasan, pengembangan ilmu, sebagai acuan atau referensi bagi peneliti selanjutnya, serta memberikan informasi kepada masyarakat agar dapat memilih cara penyimpanan nasi, dan cara yang tepat untuk mengonsumsi nasi agar dapat mencegah penyakit diabetes melitus.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nasi putih, nasi merah, dan nasi hitam yang diperoleh dari supermarket Loa Janan. Asam klorida, natrium hidroksida; asam asetat, larutan *Luff-Schoorl*; kalium iodida, asam sulfat, natrium tiosulfat, dan amilum.

Rancangan Percobaan dan Analisa

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode *kuasi eksperimen*. Desain penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *the pretest-posttest only control design*. Sampel yang digunakan adalah nasi putih, nasi merah dan nasi hitam yang disimpan di suhu kulkas dan suhu ruang dengan lama penyimpanan 1 jam, 3 jam dan 6 jam dan pengulangan sampel sebanyak 2 kali. Uji statistik yang digunakan yaitu, uji *Paired Sample Test* dengan menggunakan aplikasi SPSS.

Prosedur Penelitian

Menurut BSN (1992) prosedur penelitian pemeriksaan kadar glukosa nasi dapat dilakukan dengan cara berikut:

Pra Analitik

Persiapan Larutan Pereaksi Luff-Schoorl

Pada tahap ini, larutan pereaksi Luff-Schoorl disiapkan dengan melarutkan natrium karbonat anhidrat dalam akuades, kemudian ditambahkan asam sitrat yang telah dilarutkan. Selanjutnya, tembaga (II) sulfat pentahidrat yang telah dilarutkan juga ditambahkan ke dalam campuran. Larutan ini kemudian dipindahkan ke labu ukur 1 L, ditambah akuades hingga tanda batas, dihomogenkan, dan dibiarkan selama 24 jam sebelum disaring jika diperlukan.

Uji Kepekatan Larutan Luff-Schoorl

Larutan Luff-Schoorl diuji kepekatanannya melalui beberapa langkah titrasi menggunakan kalium iodida, asam sulfat, natrium tiosulfat, dan natrium hidroksida dengan indikator amilum dan fenolftalin. Pengujian ini bertujuan memastikan larutan memiliki pH yang sesuai (9,3-9,4) dan konsentrasi yang tepat untuk digunakan dalam analisis.

Standarisasi Larutan Natrium Tiosulfat

Larutan natrium tiosulfat 0,1 N di standarisasi menggunakan larutan kalium dikromat sebagai standar primer. Proses ini melibatkan titrasi dengan penambahan asam klorida, kalium iodida, dan indikator amilum untuk mendapatkan volume titran yang tepat dan memastikan normalitas larutan.

Cara Masak Nasi dengan Rice Cooker

Menimbang beras sebanyak 100 g, kemudian mencuci beras sebanyak 3 kali,

setelah itu masukkan air sebanyak 200 ml ke dalam panci *rice cooker* berisi beras yang sudah dicuci, lalu tekan tombol *cook* pada *rice cooker* yang telah dihubungkan ke listrik, dan tunggu selama 15 menit setelah lampu berubah ke tanda *warm* (Purbowati dan Anugrah, 2020).

Cara Masak Nasi dengan Dandang

Menimbang beras sebanyak 100 g dan mencuci beras sebanyak 3 kali, kemudian masukkan air sebanyak 200 mL ke dalam panci yang telah berisi beras yang sudah dicuci, lalu masak nasi hingga air habis, setelah itu masukkan air ke dalam panci dandang hingga setengah dari tanda batas saringan dan panaskan air hingga mendidih. Kemudian masukkan nasi setengah matang ke dalam panci dandang dan memasak selama ± 20 menit (Purbowati dan Kumalasari, 2023).

Persiapan Sampel Nasi

Nasi putih, nasi merah, dan nasi hitam yang telah dimasak disiapkan sebagai sampel. Menimbang sampel sebanyak 5 g, kemudian menghaluskan nasi yang telah ditimbang dengan menggunakan alu dan mortar. Sampel disimpan dalam wadah tertutup pada dua kondisi suhu berbeda, yaitu di dalam kulkas (4-8°C) selama 1, 3, dan 16 jam, serta pada suhu ruang (20-25°C) selama 1, 3, dan 6 jam, untuk mengamati perubahan kadar glukosa selama penyimpanan.

Analitik

Penetapan Kadar Glukosa

Sampel nasi sebanyak 5 gram ditimbang, digerus, dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Sampel kemudian ditambahkan HCl 3% dan dididihkan untuk melarutkan glukosa. Setelah didinginkan, larutan dinetralkan dengan NaOH 30% menggunakan kertas lakmus sebagai indikator. Penambahan CH_3COOH 3% dilakukan untuk menyesuaikan pH jika menggunakan indikator fenolftalin. Larutan disaring dan diencerkan hingga volume tertentu. Selanjutnya, larutan sampel direaksikan dengan larutan Luff-Schoorl dan dipanaskan, kemudian ditambahkan KI dan H_2SO_4 . Titrasi dilakukan dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N menggunakan indikator kanji untuk menentukan kadar glukosa.

Pemanasan Kembali Sampel Nasi

Sampel nasi yang telah disimpan pada berbagai kondisi suhu diaduk dan dipanaskan kembali menggunakan dandang hingga mencapai suhu sekitar 65°C selama 15 menit. Tahap ini bertujuan untuk mengamati perubahan kadar glukosa setelah pemanasan ulang.

Pasca Analitik

Dalam tahap pasca analitik pada penelitian ini dilakukan 3 kali perhitungan untuk mendapatkan kadar mg glukosa yaitu, perhitungan volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1000N, perhitungan mg glukosa dan perhitungan kadar glukosa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Glukosa pada Nasi yang Disimpan di Suhu Kulkas

Nasi putih yang disimpan pada suhu kulkas selama 1 jam, mempunyai kadar glukosa paling tinggi, yaitu 7,86%, sedangkan nasi hitam yang disimpan selama 6 jam memiliki kadar glukosa paling rendah, yaitu 3,90% (Tabel 1.).

Tabel 1. Perubahan kadar glukosa pada Nasi yang disimpan di Suhu Kulkas (1-4°C)

Jenis Nasi	Waktu penyimpanan (jam)	Kadar glukosa (%)	
		Suhu kulkas (1-4°C)	Suhu ruang (20-25°C)
Putih	1	7,8647	8,0956
	3	7,5176	7,7476
	6	6,8351	7,0886
Merah	1	5,2972	6,3175
	3	5,0385	5,9005
	6	4,5919	5,4765
Hitam	1	4,5915	4,7000
	3	4,3243	4,4320
	6	3,8958	4,1371

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Larasati (2017), yang meneliti kadar glukosa pada nasi putih dan nasi hitam dengan jenis berbeda yang menghasilkan sampel nasi putih lebih tinggi dibandingkan dengan nasi hitam, dengan kadar masing-masing 0,195% dan 0,155%, sementara pada nasi hitam menunjukkan kadar glukosa yang lebih rendah, yaitu 0,125% dan 0,090%. Menurut

teori (Singh et al., 2013), penyimpanan nasi di suhu kulkas menyebabkan penurunan kadar glukosa pada semua jenis nasi seiring dengan durasi penyimpanan. Penurunan kadar glukosa pada nasi yang disimpan di kulkas disebabkan oleh proses retrogradasi pati resistan. Retrogradasi pati resistan adalah proses di mana molekul pati yang telah tergelatinisasi saat dimasak kembali mengkristal menjadi struktur yang lebih teratur. Pati resistan ini lebih sulit dicerna oleh enzim pencernaan manusia, sehingga menghasilkan lebih sedikit glukosa saat dikonsumsi.

Kadar Glukosa pada Nasi yang Disimpan di Suhu Ruang

Nasi putih yang disimpan pada suhu ruang paling selama 1 jam mempunyai kadar glukosa paling tinggi, yaitu 8,0956%, sedangkan nasi hitam yang disimpan selama 6 jam memiliki kadar glukosa paling rendah, yaitu 4,1371% (Tabel 1.). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Lu et al. (2017) tentang pengaruh penyimpanan dingin, pemanasan ulang dan ukuran partikel terhadap pelepasan glukosa *in vitro* dan daya cerna pati di antara lima produk beras yaitu hasil pada pemanasan ulang nasi yang telah didinginkan cenderung meningkatkan kembali daya cerna pati sebanyak 20% dibandingkan dengan nasi yang hanya didinginkan tanpa pemanasan ulang. Menurut Kurniawan et al. (2015), proses pemanasan dapat mengurangi kadar glukosa pada nasi. Proses pemanasan ini dapat merusak struktur molekul pati, dan suhu yang lebih tinggi akan mengubah bentuk pati menjadi pati yang tergelatinasi, sehingga granula pati yang rusak semakin banyak. Namun, efek ini tidak sepenuhnya mengembalikan daya cerna pati ke tingkat nasi yang baru dimasak. Sebagian pati resistan yang terbentuk selama pendinginan tetap stabil dan tidak kembali menjadi pati yang mudah dicerna, sehingga tetap memberikan manfaat potensial dalam mengelola respons glikemik (Mukti et al., 2018). 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 spesifik yang berbeda (Mujaddid, 2025).

Persentase perubahan Kadar Glukosa pada Pemanasan Nasi yang disimpan di Suhu Kulkas dan Ruang

Perubahan kadar glukosa pada nasi yang disimpan dan dipanaskan kembali dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar glukosa nasi putih sebelum dipanaskan adalah yang tertinggi, kemudian nasi merah dan terendah adalah nasi hitam. Nasi yang disimpan pada suhu ruang

mempunyai kadar gula yang lebih tinggi dibandingkan dengan nasi yang disimpan pada suhu kulkas. Kemudian, berdasarkan lama penyimpanan, kadar glukosa nasi tertinggi adalah nasi yang disimpan selama 1 jam, 3 jam dan kemudian terendah pada penyimpanan 6 jam. Nasi yang telah dipanaskan mengalami sedikit kenaikan kadar gula dibandingkan nasi sebelum dipanaskan.

Tabel 2 Persentase Kenaikan Kadar Glukosa Sebelum dan Setelah Dipanaskan (65°C)

Jenis Nasi	Suhu Penyimpanan	Lama penyimpanan (jam)	Kadar glukosa sebelum dipanaskan (%)	Kadar glukosa setelah dipanaskan (%)	Persentase kenaikan kadar glukosa (%)
Putih	Kulkas	1	7,8647	7,9973	1,6860
		3	7,5176	7,6309	1,5071
		6	6,8351	6,8644	0,4286
	Ruang	1	8,0956	8,2098	1,4106
		3	7,7476	7,8017	0,6982
		6	7,0886	7,2288	1,9778
Merah	Kulkas	1	5,2972	6,2407	17,8112
		3	5,0385	5,7973	15,0600
		6	4,5919	5,4761	19,2556
	Ruang	1	6,3103	6,3175	0,1140
		3	5,9005	6,0576	2,6624
		6	5,4765	5,6332	2,8613
Hitam	Kulkas	1	4,5915	4,7267	2,9445
		3	4,3243	4,4323	2,4975
		6	3,8958	4,0303	3,4524
	Ruang	1	4,7000	4,8018	2,1659
		3	4,4320	4,5927	3,6259
		6	4,1371	4,2708	3,2317

Persentase kenaikan kadar glukosa nasi putih setelah dipanaskan dan disimpan kembali selama 1 jam pada suhu kulkas adalah yang tertinggi, yaitu 1,67% dan terendah adalah nasi hitam yang disimpan pada suhu kulkas selama 6 jam, yaitu 3,45%.

Sedangkan nasi putih yang disimpan pada suhu ruang selama 1 jam, mempunyai mengalami kenaikan sebanyak 1,41% dan terendah pada nasi hitam yang disimpan pada suhu ruang selama 6 jam, yaitu 3,23%. Nasi merah dan nasi hitam lebih efektif dibandingkan nasi putih dalam menjaga kadar gula darah, namun tingkat konsumsinya relatif lebih rendah (Firdausya dan Amalia, 2020). Salah satu nutrisi yang terdapat pada nasi merah yaitu serat pangan. Serat pangan dalam nasi merah membantu mengontrol kadar gula darah dan mengurangi risiko penyakit (Bhat dan Riar, 2017). Nasi hitam mengandung

karbohidrat, antosianin berupa senyawa aktif sianidin-3-glukosida dan pelagornidin-3-galaktosida, mineral berupa zat besi, kalsium, selenium, zink, vitamin B kompleks, vitamin E, protein, dan serat (Das et al., 2014).

KESIMPULAN

Nasi putih yang disimpan pada suhu kulkas selama 1 jam mempunyai kadar glukosa tertinggi, yaitu 7,86%, sedangkan nasi hitam yang disimpan pada suhu kulkas selama 6 jam mempunyai kadar gula terendah, yaitu 3,90%. Pada penyimpanan suhu ruang, nasi putih yang disimpan selama 1 jam menunjukkan kadar glukosa tertinggi, yaitu 8,10%, sementara nasi hitam dengan lama penyimpanan 6 jam memiliki kadar gula terendah, yaitu 4,14%. Setelah dipanaskan kembali, kadar glukosa tertinggi ditemukan

pada nasi putih yang disimpan di suhu kulkas selama 1 jam, yaitu 8,00%, dan kadar gula terendah pada nasi hitam dengan penyimpanan 6 jam, yaitu 4,03%. Sedangkan kadar glukosa nasi yang dipanaskan kembali setelah disimpan pada suhu ruang, tertinggi ditunjukkan pada nasi putih yang disimpan selama 1 jam, yaitu 8,21%, sedangkan nasi hitam yang disimpan selama 6 jam mempunyai kadar gula terendah, yaitu 4,27%. Hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan yang signifikan antara nasi yang disimpan di suhu kulkas dan ruang kemudian dipanaskan kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryana, I.G.P.M., Santoso, B.B., Febriandi, A., Wangiyana, I.W., 2020. Padi Beras Hitam. Sudharman, A.A.K. (Ed.). LPPM Unram Press, Mataram.
- Bhat, F., Riar, C.S., 2017. Characterizing the traditional rice (*Oryza sativa* L.) cultivars on the basis of seed morphology and protein characteristics. *Indian Journal of Plant Sciences* 6(1), 39–47.
- BSN, 1992. SNI 01-2892-1992 Cara uji gula. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Das, M., Dash, U., Mahanand, S.S., Nayak, P.K., Kesavan, R.K., 2023. Black rice: a comprehensive review on its bioactive compounds, potential health benefits and food applications. *Food Chemistry Advance* 3, 100462. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100462>
- Firdausya, H., Amalia, R., 2020. Aktivitas dan efektivitas antidiabetes pada beberapa tanaman herbal. *Farmaka* 18(1), 162–170. <https://doi.org/10.24198/jf.v18i1.22467>
- Harsa, I.M.S., Mulyasari, N.P.I., 2023. Studi literatur hubungan antara lamanya menderita diabetes melitus dengan terjadinya neuropati diabetik. *Prosiding Seminar Nasional COSMIC Kedokteran* 1, 102–109. <https://prosidingcosmic.fk.uwks.ac.id/index.php/cosmic/article/view/15>
- Juripah, Muzakkir, H., Darmawan, S., 2019. Hubungan pola makan terhadap kejadian diabetes melitus di wilayah kerja Puskesmas Kassi-Kassi Kota Makassar. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Diagnosis* 14(3): 247-252.
- Kemenkes R.I., 2021. Profil Kesehatan Indonesia 2020. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Khalil, M., 2016. Raja Obat Alami Beras: Mengatasi Berbagai Penyakit Degeneratif, Seperti Diabetes, Kanker, Dan Jantung Koroner. Andi Offset, Yogyakarta.
- Kurniawan, F., Sri, H., Hastuti, D.K.A.K., 2015. Pengaruh pemanasan terhadap kadar pati dan gula reduksi pada tepung biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*). Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- Larasati, A., 2017. Penentuan Kadar Glukosa pada Nasi Putih dan Nasi Hitam dengan Metode Luff Schoorl. Skripsi. Prodi D3 analisis Kesehatan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Setia Budi, Surakarta.
- Lu, L.W., Venn, B., Monroe, J., Rush, E., 2017. Effect of cold storage and reheating of parboiled rice on postprandial glycaemic response, satiety, palatability and chewed particle size distribution. *Nutrients* 9(5), 475. <https://doi.org/10.3390/nu9050475>
- Margo, E., Kartadinata, E., 2023. Evaluasi pengukuran glukosa darah puasa dan asam urat pada lanjut usia di Kelurahan Angke, Jakarta Barat. *Jurnal Dharma Bhakti EKITAS* 7(2), 123-130. <https://doi.org/10.52250/p3m.v7i2.644>
- Mujaddid, P.F., 2025. Perbandingan Kadar Glukosa Pada Nasi yang Diberi Perlakuan dan Tanpa Perlakuan. Skripsi. Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Makassar. <https://digilibadmin.unismuh.ac.id>
- Mukti, K.S., Rohmawati, N. and Sulistiyani, S., 2018. Analisis kandungan karbohidrat, glukosa, dan uji daya

- terima pada nasi bakar, nasi panggang, dan nasi biasa. *Jurnal Agroteknologi* 12(1), 90-99.
<https://doi.org/10.19184/j-agt.v12i1.8333>
- Nova, M., Yanti, R., 2017. Faktor-faktor yang berhubungan dengan obesitas pada orang dewasa di Kota Padang Panjang. *Nutri-Sains: Jurnal Gizi, Pangan dan Aplikasinya* 1(1), p.12.
<https://doi.org/10.21580/ns.2017.1.1.1.957>
- Purbowati, P., Anugrah, R.M., 2020. Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap kadar glukosa pada nasi putih. *Nutri-Sains: Jurnal Gizi, Pangan dan Aplikasinya* 4(1), 15–24.
<https://doi.org/10.21580/ns.2020.4.1.4565>
- Purbowati, P., Kumalasari, I., 2023. Indeks glikemik nasi putih dengan beberapa cara pengolahan glycemic index of rice by several processing methods. *Amerta Nutrition* 7(2), 224–229.
<https://doi.org/10.20473/amnt.v7i2.2023.223-229>
- Singh J., Kaur, L., Singh, H., 2013. Food microstructure and starch digestion. *Advances in Food and Nutrition Research* 70, 137-179.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416555-7.00004-7>.
- Sundari, D., Almasyhuri, A., Lamid, A., 2015. Pengaruh proses pemasakan terhadap komposisi zat gizi bahan pangan sumber protein. *Media Litbangkes* 25(4), 235–242.
<https://doi.org/10.22435/mpk.v25i4.4590.235-242>

PROFIL SENSORI SARI KECAMBAH KEDELAI BERDASARKAN SEDIAAN BAHAN BAKU DAN PEMANIS MENGGUNAKAN METODE *CHECK-ALL-THAT-APPLY* (CATA)

Sensory Profile of Germinated Soy-Milk from Raw Material Preparation and Sweeteners using Check-All-That-Apply (CATA)

Christian Natanael, Hadi Munarko, Andre Yusuf Trisna Putra*

Jurusan Teknologi Pangan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya 60294.

**)Penulis korespondensi: natan24ael12@gmail.com*

Submisi 20.11.2025; Penerimaan 10.1.2026; Dipublikasikan 1.4.2026

ABSTRAK

Minat terhadap sari nabati terus meningkat, namun penerimaan terhadap sari kedelai masih terbatas akibat karakteristik sensorinya. Germinasi diketahui mampu menurunkan aktivitas lipoksigenase dan memodifikasi atribut sensori, namun pengaruh bentuk bahan baku dan penambahan pemanis terhadap persepsi konsumen belum banyak dikaji secara aplikatif. Penelitian ini menggunakan RAL dua faktor (basis kecambah segar dan tepung kecambah; tanpa dan dengan pemanis) dengan dua ulangan. Kecambah berumur 36 jam diolah menjadi minuman dan dievaluasi oleh 100 panelis tidak terlatih menggunakan metode *Check-All-That-Apply* (CATA) dan uji hedonik. Hasil menunjukkan bahwa formulasi berbasis kecambah segar berpemanis memiliki tingkat kesukaan tertinggi dan paling mendekati profil "produk ideal". Atribut manis, umami, *creamy*, *smoothness*, *aftertaste clean*, dan putih gading menjadi penentu utama preferensi, sedangkan langu, *green*, pahit, *astringency*, *starchy*, dan kekuningan menurunkan penerimaan. Formulasi berbasis tepung menghasilkan sensasi *starchy* dan *beany* yang hanya sebagian tertutupi oleh pemanis. Temuan ini merekomendasikan penggunaan kecambah segar dengan pemanis yang tepat, serta fokus formulasi pada penguatan atribut positif dan penekanan *off-flavor* untuk meningkatkan daya terima dan potensi komersial produk.

Kata kunci: sari kecambah kedelai, sediaan baku, pemanis, CATA, preferensi konsumen

ABSTRACT

Interest in plant-based milk continues to grow, yet the acceptance of soy milk remains limited due to its sensory characteristics. Germination has been shown to reduce lipoxygenase activity and modify sensory attributes, but the effects of raw material form and sweetener addition on consumer perception have not been widely explored in applied contexts. This study employed a two-factor randomized complete design (fresh sprout and sprout flour; with and without sweetener) with two replications. Soybean sprouts germinated for 36 hours were processed into beverages and evaluated by 100 untrained panelists using the Check-All-That-Apply (CATA) method and hedonic testing. Results showed that the sweetened fresh sprout formulation received the highest liking score and was closest to the "ideal product" profile. Attributes such as sweet, umami, creamy, smoothness, clean aftertaste, and ivory white appearance were key drivers of preference, while off-flavors, green, bitter, astringent, starchy, and yellowish color reduced acceptance. Formulations based on sprout flour tended to produce starchy and beany sensations that were only partially masked by sweeteners. These findings recommend the use of fresh sprouts with appropriate sweeteners, and emphasize formulation strategies that enhance positive attributes while suppressing off-flavor to improve consumer acceptance and commercial potential of sprouted soy milk products.

Keywords: germinated soy-milk, raw material, sweeteners, CATA, consumer preference

PENDAHULUAN

Permintaan minuman berbasis nabati mendorong konsumsi sari kedelai sebagai opsi bergizi dan berkelanjutan, terutama bagi penderita intoleransi laktosa (Grand View Research, 2023; Harlita et al., 2023). Selain protein, sari kedelai kaya isoflavon, peptida, dan asam lemak tak jenuh yang berperan dalam pencegahan penyakit degeneratif, namun penerimaannya kerap terhambat rasa atau aroma langu (Moss et al., 2023; Olías et al., 2023). Germinasi diketahui menekan aktivitas lipoksigenase (LOX) penyebab aroma langu, memperbaiki profil sensori, serta meningkatkan kandungan senyawa fungsional seperti polifenol, isoflavon, GABA, dan vitamin (Lu et al., 2023; Yang et al., 2025).

Germinasi kedelai dapat menginaktivasi enzim lipoksigenase (LOX) penyebab bau langu yang dapat memperbaiki profil rasa serta meningkatkan kandungan nutrisi (Lu et al., 2023). Germinasi efektif dapat menghilangkan bau langu, sedangkan durasi berlebih memicu rasa pahit dan off-flavor (Chen dan Chang, 2015; Yang et al., 2025). Sediaan bahan baku sari kecambah kedelai juga berpengaruh terhadap konsistensi dan mutu sensorik produk akhir, seperti sari kedelai berkecambah bentuk basah mengandung kadar air dan nutrisi yang tinggi sehingga kurang stabil, sedangkan bentuk tepung lebih tahan lama dan sensorinya lebih rendah (Rahman et al., 2016; Winarsi, 2018). Penelitian formulasi sari kedelai dengan pemanis menunjukkan konsentrasi gula 5-7% memberikan penerimaan tertinggi (Masdani dan Ariyanto, 2021). Oleh karena itu, diperlukan kajian sistematis pengaruh metode pengolahan terhadap atribut sensorik sari kecambah kedelai.

Check-All-That-Apply (CATA) merupakan metode sensori yang cepat dan praktis untuk mengidentifikasi atribut produk berdasarkan persepsi konsumen, khususnya panelis awam, sehingga efektif menggambarkan karakteristik sensori dan pola persepsi (McCain-Keefer et al., 2020). Metode CATA telah banyak diterapkan pada berbagai uji sensori produk pangan (Hunaefi dan Marusiva, 2021; Saputra et al., 2023). Analisis data dilakukan dengan *Cochran's Q analysis*

untuk menguji perbedaan signifikan frekuensi atribut antar sampel, *Correspondence Analysis* (CA) untuk memetakan keterkaitan sampel dengan atribut termasuk "produk ideal", *Principal Coordinate Analysis* (PCoA) untuk memetakan hubungan atribut dengan preferensi, serta *Penalty Analysis* (PA) untuk mengelompokkan atribut sebagai pendorong atau penurun kesukaan (Hunaefi et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh sediaan bahan baku dan pemanis terhadap karakteristik sensori sari kecambah kedelai melalui pendekatan CATA.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) varietas Anjasmoro yang diperoleh dari kabupaten Grobogan, larutan NaOCl yang didapatkan dari OneMed, serta air dan gula pasir (merk Rose Brand) yang diperoleh dari minimarket.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial 2x2. Faktor pertama adalah bentuk bahan baku (kecambah segar dan tepung kecambah), sedangkan faktor kedua adalah penggunaan pemanis (tanpa dan dengan pemanis). Pemanis yang ditambahkan adalah 7%.

Atribut sensori (Tabel 1) ditentukan oleh panelis terlatih ditetapkan melalui screening pada *Focus Group Discussion* (FGD) dilanjutkan uji *Check-All-That-Apply* (CATA) oleh seratus panelis tidak terlatih beserta uji hedonik keseluruhan. Data CATA dianalisis menggunakan *Cochran's Q*, *Correspondence Analysis*, *Principal Coordinate Analysis*, dan *Penalty Analysis* dengan XLSTAT 2022.

Pemilihan Panelis Terlatih pada FGD

Screening panelis dilakukan melalui formulir daring kepada individu yang terbiasa mengonsumsi sari kedelai minimal dua kali per bulan. Dari seleksi, dipilih 10 panelis terlatih (5 laki-laki dan 5 perempuan) untuk memastikan keseimbangan perspektif sensori berdasarkan fisiologis dan gender. Kandidat awal diverifikasi kembali mengenai kondisi kesehatan indra pengecap dan penciuman agar

hasil penilaian tetap objektif dan konsisten. Panelis terpilih kemudian mengikuti tiga sesi FGD untuk memahami karakteristik sensoris sari kecambah kedelai dan menetapkan atribut

sensori yang akan digunakan dalam evaluasi sensori melalui proses diskusi intensif guna menyamakan persepsi terhadap terminologi setiap atribut yang muncul pada produk.

Tabel 1. Atribut Sensori Hasil FGD Sari Kecambah Kedelai

Atribut	Deskripsi
Kenampakan	
Cerah	Warna putih dengan tingkat kecerahan tinggi.
Putih gading	Warna putih dengan sedikit nuansa krem.
Pucat	Warna putih yang pudar atau kurang intens.
Kekuningan	Warna dengan nuansa kuning pucat.
Rasa & Flavor	
Langui	Rasa dan aroma mirip rumput atau kacang mentah.
Grassy	Rasa segar mirip rumput hijau.
Artificial	Rasa sintetis menyerupai bahan kimia.
Pahit	Sensasi rasa pahit akibat senyawa seperti tanin.
Manis	Sensasi rasa manis yang terdeteksi di ujung lidah.
Asin	Sensasi rasa asin akibat garam atau mineral.
Umami	Sensasi rasa gurih akibat senyawa seperti glutamat.
Kacang	Rasa khas kacang-kacangan.
Asam	Sensasi rasa asam yang tajam di lidah.
Starchy	Sensasi rasa mirip pati atau tepung mentah.
Aroma	
Langui	Aroma mirip rumput atau kacang mentah.
Green	Aroma segar mirip daun atau tanaman hijau.
Kacang	Aroma khas kacang mentah.
Grassy	Aroma segar mirip rumput hijau.
Tekstur & Mouthfeel	
Watery	Tekstur cair atau encer seperti air.
Smoothness	Tekstur lembut dan tidak kasar di mulut.
Creamy	Tekstur halus dan kaya, menyerupai krim.
Astringency	Sensasi kering atau kesat di mulut akibat tanin atau protein.
Coating	Lapisan tipis yang melapisi lidah atau mulut.
Thickness	Tingkat kekentalan atau ketebalan cairan di mulut.
Oily	Tekstur licin atau berminyak di mulut atau tenggorokan.
Aftertaste	
Langui	Aroma sisa mirip rumput atau kacang mentah.
Pahit	Sensasi pahit yang tertinggal di lidah atau langit-langit mulut.
Starchy	Rasa sisa mirip pati atau tepung.
Clean	Tidak ada rasa atau aroma sisa yang tertinggal.

Prosedur Penelitian

Perkecambahan Kedelai

Sebanyak 125 g biji kedelai disortir untuk memisahkan biji rusak, kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan debu. Kedelai disterilkan menggunakan larutan NaOCl 0,1% (b/v) sebanyak 500 mL untuk mengurangi kontaminasi mikroorganisme patogen, lalu dicuci kembali untuk menghilangkan sisa larutan sterilisasi. Selanjutnya, kedelai direndam dalam air dengan rasio 1:4 (w/v) selama 1 jam pada suhu 40°C untuk

melunakkan kulit biji, kemudian ditiriskan. Proses germinasi dilakukan dengan meletakkan kedelai dalam tray perkecambahan dan dimasukkan ke dalam wadah pada suhu ruang selama 36 jam. Kecambah yang dihasilkan digunakan untuk tahap pengolahan berikutnya.

Penepungan Kecambah Kedelai

Kecambah kedelai diblansir menggunakan air panas bersuhu 80°C selama 10 menit dengan rasio kecambah:air sebesar 1:2 (w/v) untuk menginaktivasi enzim dan menjaga kualitas produk. Setelah proses

blansir, kecambah dikeringkan dalam oven elektrik pada suhu 60°C selama 6 jam. Kecambah kering kemudian digiling dengan grinder otomatis selama 1 menit hingga menjadi tepung dengan ukuran partikel seragam. Tepung yang dihasilkan siap digunakan untuk tahap pengolahan berikutnya atau disimpan dalam wadah kedap udara.

Pembuatan Sari Kecambah Kedelai

Sari kedelai dari kecambah segar dibuat dengan memblansir kecambah segar pada 80°C selama 10 menit (rasio 1:2 w/v), kemudian digiling selama 5 menit dengan air 1:8 (w/v), lalu disaring 200 mesh.

Sari kedelai dari tepung kecambah kedelai dibuat dengan melarutkan tepung kecambah dalam air 1:8 (w/v) hingga homogen, direbus 100°C 10 menit untuk pasteurisasi, kemudian disaring 200 mesh.

Gula pasir ditambahkan sebanyak 7% dari berat sari kecambah kedelai untuk setiap penggunaan pemanis dan tanpa penambahan gula untuk faktor tanpa pemanis.

Pelaksanaan Evaluasi Sensori

Pelaksanaan evaluasi sensori menggunakan metode *Check-All-That-Apply* (CATA) dengan 100 panelis tidak terlatih, mengacu pada prosedur berbasis konsumen (Tiepo et al., 2020). Panelis diminta mencentang atribut yang dirasakan dari daftar yang ditetapkan peneliti serta memberi skor kesukaan (hedonik) dengan skala 1–6 (sangat tidak suka–sangat suka). Pengujian dilakukan di area kampus untuk mengevaluasi atribut sensori produk berdasarkan persepsi panelis. Panelis menerima sampel sari kecambah kedelai dingin (30 mL tiap sampel) dan mencentang atribut sensori dari daftar hasil FGD sesuai karakteristik yang dirasakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Forum Group Discussion (FGD)

Hasil FGD mengidentifikasi 29 atribut sensori relevan yang mencakup kenampakan (cerah, putih gading, pucat, kekuningan), rasa & flavor (langu, *grassy*, *artificial*, pahit, manis, asin, umami, kacang, asam, *starchy*), aroma (langu, green, kacang, *grassy*), tekstur & mouthfeel (*watery*, *smoothness*, *creamy*, *astringency*, *coating*, *thickness*, *oily*), serta *aftertaste* (langu, pahit, *starchy*, *clean*), yang

kemudian digunakan sebagai dasar evaluasi sensori dan dijelaskan lebih lanjut pada Tabel 2. Daftar ini kemudian menjadi acuan utama dalam evaluasi sensori, sekaligus membantu peneliti menangkap persepsi konsumen secara lebih utuh, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 2.

Karakteristik Hedonik

Pengujian hedonik dilakukan bursa-maan dengan uji CATA oleh 100 panelis tidak terlatih untuk memberikan penilaian kesukaan keseluruhan (*overall liking*) terhadap masing-masing sampel menggunakan skala hedonik 1–6 (1 = sangat tidak suka; 6 = sangat suka). Data kesukaan yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis untuk mengetahui perbedaan signifikan antar formulasi sari kecambah kedelai.

Formula sari kedelai yang dibuat dengan kombinasi jenis bahan dan penggunaan pemanis berpengaruh nyata ($p < 0,0001$) terhadap penerimaan *overall liking*. Formula dari “kecambah kedelai + gula 7%” memperoleh penerimaan tertinggi (Tabel 2.), yang berpotensi sebagai kandidat utama produk berbasis kecambah kedelai.

Tabel 2. Perbedaan penerimaan *overall liking* dari sari kecambah kedelai yang dihasilkan dari empat formula

Kombinasi Perlakuan	Means of rank
Kecambah kedelai segar tanpa gula	169,27 ^C
Kecambah kedelai segar dengan gula 7%	281,45 ^A
Tepung kecambah kedelai tanpa gula	122,18 ^D
Tepung kecambah kedelai dengan gula 7%	229,09 ^B

Keterangan: Data (mean of rank) diperoleh dari 200 pengujian (skala likert 1-6, *sangat tidak suka* sampai *sangat suka*). Data dianalisis dengan Kruskal-Wallis ($p = 0,0001$). Data yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan (Uji Dunn, $p < 0,05$).

Karakteristik Mutu hedonik

Sebanyak 22 atribut sensori menunjukkan perbedaan signifikan antara perlakuan ($p < 0,05$; Tabel 3), mencerminkan kemampuan panelis membedakan karakteristik produk. Perbedaan paling nyata terjadi pada atribut kenampakan, rasa, dan *aftertaste*,

sementara aroma dan tekstur menunjukkan variasi lebih kecil.

Kenampakan

Atribut kenampakan menunjukkan perbedaan sangat signifikan antara perlakuan

(Tabel 3), dengan tren kontras sari kecambah kedelai dari sediaan bahan baku. Formulasi B1C1 dan B1C2 dideskripsikan panelis sebagai cerah dan putih gading, sedangkan B2C1 dan B2C2 dicirikan dengan atribut kekuningan.

Tabel 3. Perbedaan karakteristik sensoris sari kedelai yang dibuat dengan empat metode yang berbeda (kombinasi antara jenis bahan dan penggunaan pemanis)

Atribut	Kombinasi Perlakuan			
	Kecambah kedelai segar tanpa gula (B1C1)	Kecambah kedelai segar dengan gula 7% (B1C2)	Tepung kecambah kedelai tanpa gula (B2C1)	Tepung kecambah kedelai dengan gula 7% pemanis (B2C2)
Kenampakan				
Cerah	0,540 ^C	0,340 ^B	0,120 ^A	0,130 ^A
Putih Gading	0,690 ^B	0,700 ^B	0,480 ^A	0,400 ^A
Pucat	0,180	0,160	0,110	0,140
Kekuningan	0,200 ^A	0,430 ^B	0,800 ^C	0,830 ^C
Rasa & Flavor				
Langu	0,360 ^{BC}	0,040 ^A	0,430 ^C	0,190 ^B
Grassy	0,240	0,120	0,240	0,150
Artificial	0,120 ^{AB}	0,160 ^B	0,080 ^{AB}	0,050 ^A
Pahit	0,310 ^B	0,060 ^A	0,280 ^B	0,030 ^A
Manis	0,160 ^A	0,870 ^B	0,100 ^A	0,810 ^B
Asin	0,100	0,100	0,120	0,090
Umami	0,170 ^A	0,340 ^B	0,220 ^{AB}	0,310 ^{AB}
Kacang	0,540	0,570	0,540	0,510
Asam	0,140	0,060	0,150	0,120
Starchy	0,450 ^B	0,230 ^A	0,580 ^B	0,480 ^B
Aroma				
AR Langu	0,250 ^{AB}	0,190 ^A	0,490 ^C	0,370 ^{BC}
Green	0,350	0,250	0,220	0,220
AR Kacang	0,730	0,800	0,670	0,780
AR Grassy	0,150	0,210	0,250	0,250
Tekstur & Mouthfeel				
Watery	0,830 ^C	0,600 ^B	0,470 ^B	0,280 ^A
Smoothness	0,170 ^{AB}	0,450 ^C	0,120 ^A	0,320 ^{BC}
Creamy	0,140 ^A	0,360 ^{BC}	0,240 ^B	0,520 ^C
Astringency	0,370 ^B	0,170 ^A	0,400 ^B	0,330 ^B
Coating	0,260	0,220	0,310	0,370
Thickness	0,090 ^A	0,250 ^B	0,360 ^{BC}	0,480 ^C
Oily	0,090	0,050	0,140	0,140
Aftertaste				
AT Langu	0,310 ^{AB}	0,220 ^A	0,400 ^B	0,260 ^{AB}
AT Pahit	0,360 ^B	0,070 ^A	0,280 ^B	0,100 ^A
AT Starchy	0,490 ^A	0,460 ^A	0,680 ^B	0,700 ^B
Clean	0,230 ^B	0,520 ^C	0,090 ^A	0,290 ^B

Keterangan: Data dianalisis dengan uji Cochran's ($p < 0,05$). Data pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan (Uji McNemar, $p < 0,05$).

Perubahan warna ini mengindikasikan modifikasi kimia enzimatis selama pengeringan dan penggilingan, melibatkan aktivitas PPO yang mengoksidasi senyawa fenolik menjadi pigmen coklat, aktivasi

oksidoreduktase, serta reaksi Maillard antara gula pereduksi dan asam amino bebas (Ding et al., 2020; Harisha et al., 2023; Qi et al., 2025; Silano et al., 2017). Atribut pucat tidak berbeda signifikan (Tabel 3), menunjukkan

kestabilan persepsi antar perlakuan. Secara keseluruhan, sari kecambah dari kecambah kedelai segar mempertahankan rona cerah dan putih gading lebih baik dibandingkan sampel berbasis tepung kecambah kedelai yang mengalami pencoklatan intens.

Rasa & Flavor

Atribut rasa dan flavor menunjukkan perbedaan yang jelas antar perlakuan, dengan perbedaan utama pada atribut manis, pahit, langu, *grassy*, *artificial*, umami, dan *starchy* (Tabel 3). Rasa langu dan *grassy* paling kuat terdeteksi pada perlakuan tanpa pemanis, yaitu B1C1 dan terutama B2C1 (Tabel 5), yang dikaitkan dengan pembentukan *off-flavor* akibat hidrolisis dan oksidasi lipid oleh enzim lipase serta lipoksigenase yang menghasilkan senyawa volatil seperti heksanal (Kaur dan Ubeyitogullari, 2024; Lan et al., 2025). Atribut pahit juga lebih menonjol pada B2C1 karena proses penepungan yang berpotensi meningkatkan pembentukan peptida hidrofobik dari degradasi protein (Bertelsen et al., 2018). Sebaliknya, penambahan pemanis pada B1C2 dan B2C2 menurunkan persepsi langu, *grassy*, dan pahit melalui efek *masking* sensoris, namun menimbulkan kesan *artificial* yang lebih terasa pada B1C2 akibat interaksi intensitas manis tinggi (Vatansever et al., 2024). Atribut manis meningkat signifikan pada perlakuan dengan pemanis (B1C2 dan B2C2), disertai peningkatan umami yang diduga terbentuk dari reaksi Maillard (Tabel 5). Sementara itu, atribut *starchy* lebih tinggi pada B2C1 dan B2C2 dibanding B1C1 dan B1C2, sesuai karakter sari kecambah dari tepung kecambah kedelai yang meninggalkan sensasi bertepung akibat granula pati (Sethi et al., 2016; Silventoinen-Veijalainen et al., 2024). Secara keseluruhan, B1C2 menempatkan formulasi sari kecambah kedelai dengan profil rasa paling seimbang melalui perpaduan manis dan umami, sedangkan B2C1 berasosiasi kuat dengan langu, pahit, dan *starchy* khas tepung kecambah kedelai.

Aroma

Aroma langu dan *green* menunjukkan perbedaan paling signifikan antar perlakuan, sedangkan aroma kacang dan *grassy* cenderung konsisten (Tabel 3). Aroma langu lebih banyak dideskripsikan oleh panelis pada

B2C1 dan B2C2 (sari kecambah dari tepung kecambah kedelai), yang dikaitkan dengan peningkatan aktivitas lipase dan kerusakan struktur sel saat penggilingan yang mempercepat oksidasi lipid (Gulkirpik et al., 2021). Aroma *green* paling tinggi ditemukan pada B1C1 (sari kecambah kedelai segar tanpa pemanis), sedangkan B2C1 dan B2C2 memiliki intensitas lebih rendah akibat degradasi senyawa volatil selama pengeringan (Ren et al., 2024; Zeng et al., 2025). Aroma kacang tetap tinggi di semua sampel, terutama pada B1C2 dan B2C2 (Tabel 3). Temuan ini menunjukkan bahwa proses pengeringan pada tepung kecambah menekan komponen *green* namun memicu aktivitas oksidatif yang menjadi penyebab utama aroma langu.

Tekstur & Mouthfeel

Atribut tekstur dan *mouthfeel* menunjukkan perbedaan kontras antar perlakuan (Tabel 3). Formulasi dari kecambah kedelai segar (B1C1 dan B1C2) memiliki karakter *watery* yang lebih tinggi, sedangkan formulasi dari tepung kecambah kedelai (B2C1 dan B2C2) secara signifikan lebih kental. Peningkatan kekentalan pada B2C2 mencerminkan kapasitas penyerapan air yang tinggi akibat gelatinisasi karbohidrat pada tepung kecambah (Agrahar-Murugkar dan Jha, 2010). Atribut *smoothness* dan *creamy* mencapai nilai tertinggi pada perlakuan dengan pemanis, khususnya B1C2 dan B2C2 (Tabel 3), karena penambahan gula meningkatkan viskositas dan kestabilan dispersi (Mahato et al., 2020). Sensasi *coating* meningkat pada basis tepung kecambah, terutama B2C2, karena ukuran partikel lebih besar yang membentuk film lemak-protein di rongga mulut (Aaby et al., 2025). Secara keseluruhan, B1C2 menampilkan tekstur halus, sedangkan B2C2 memperlihatkan kekentalan tinggi khas produk berbasis tepung protein nabati.

Aftertaste

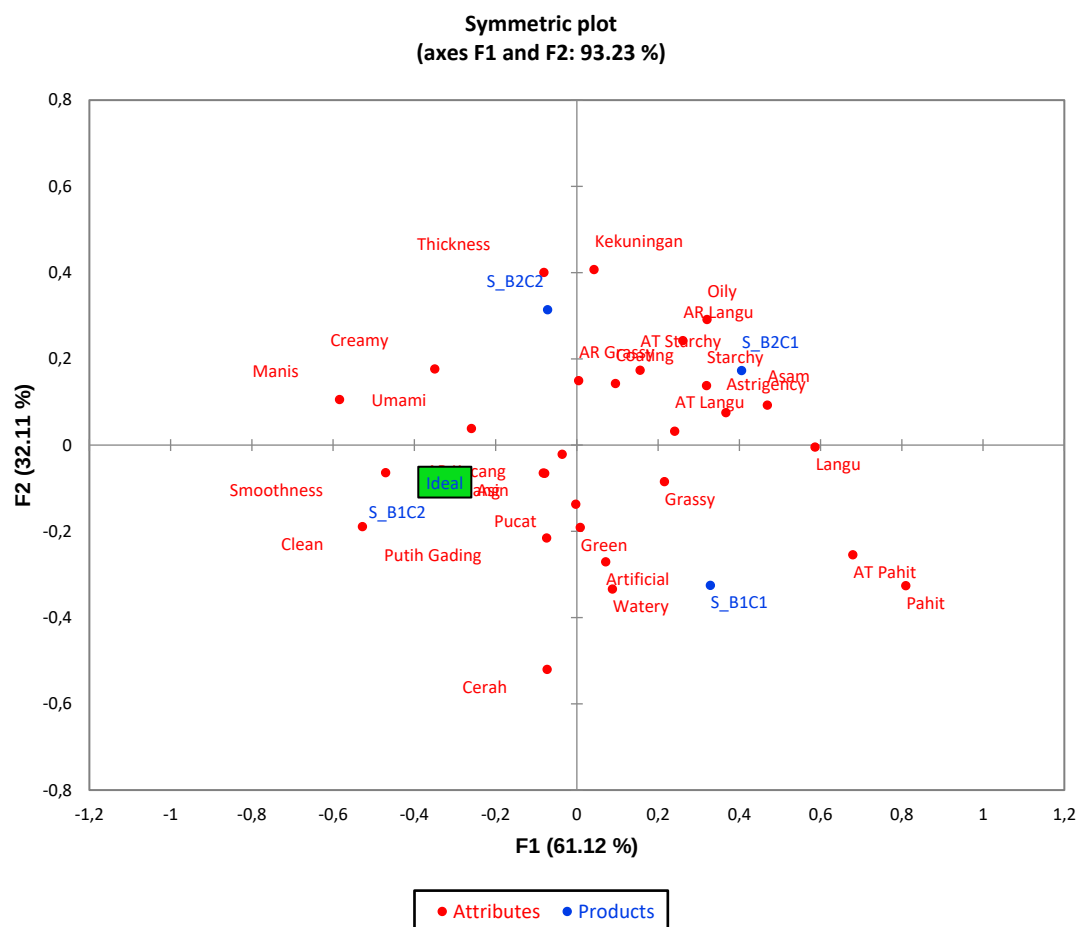
Seluruh atribut *aftertaste* berbeda signifikan antara perlakuan (Tabel 3), terutama pada karakter *clean*, *starchy*, langu, dan pahit. *Aftertaste clean* paling kuat dirasakan pada B1C2, diikuti oleh B2C2 dan B1C1, sedangkan B2C1 memiliki nilai terendah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan gula meningkatkan kesan bersih

dan menekan rasa pahit (Dragomir et al., 2025). *Aftertaste starchy* lebih menonjol pada sari kecambah dari tepung kecambah kedelai (B2C1 dan B2C2) dibanding sari dari bahan segar, sesuai dengan kandungan pati yang tidak sepenuhnya terhidrolisis (Tabel 3). Rasa langu tertinggi terdapat pada B2C1 dan menurun pada perlakuan dengan pemanis (B1C2 dan B2C2), menunjukkan peran gula dalam *masking* sensasi langu (Choi et al., 2024). Secara keseluruhan, penggunaan tepung kecambah menghasilkan sensasi

starchy dan langu yang lebih kuat, sementara penambahan pemanis terutama pada B1C2 meningkatkan kesan bersih dan menyeimbangkan profil rasa akhir produk.

Correspondence Analysis (CA)

Uji independensi (Uji Chi-square, $p < 0,0001$) menunjukkan bahwa setiap sampel memiliki karakteristik sensori berbeda secara signifikan dan tidak bersifat independen pada atribut yang dinilai (Gambar 1.) (Milareva et al., 2023).



Gambar 1. *Symmetric Plot* Representasi Profil Sensori Sari Kecambah Kedelai

Hasil CA menunjukkan bahwa dua sumbu utama, F1 (61,12%) dan F2 (32,11%), menjelaskan 93,23% total keragaman data, merepresentasikan variasi sensori antar sampel dengan sangat baik (Piochi et al., 2021). Plot persebaran memperlihatkan perbedaan profil sensori yang nyata akibat kombinasi sedai bahan baku dan penambahan pemanis. B1C1 berada di

kuadran IV, berdekatan dengan atribut *watery*, *green*, dan *artificial*, menunjukkan karakter ringan, berair, dan kurang kompleks. Sebaliknya, B1C2 berada di kuadran III, dekat titik “Ideal”, dengan atribut *clean*, *smoothness*, putih gading, dan kacang, menandakan peningkatan keseimbangan rasa dan tekstur yang sesuai preferensi panelis.

Sampel B1C2 menunjukkan formulasi dengan karakter sensori paling ideal, yang didominasi atribut *clean*, *smoothness*, putih gading, dan kacang, serta kedekatan dengan titik "Ideal". B2C2 memiliki profil *creamy*, kental, umami, dan kekuningan, mencerminkan intensitas rasa dan tekstur yang lebih berat namun tetap diterima panelis. B1C1 cenderung ringan dan berair, dengan kesan *green* dan *artificial* yang khas kedelai mentah, namun kurang kompleks dan jauh dari preferensi ideal. Sebaliknya, B2C1 menunjukkan dominasi atribut langu, *oily*, astringency, dan *aftertaste starchy*, mencerminkan profil sensori yang tidak ideal karena jauh dari plot ideal akibat munculnya karakter negatif dari proses pengeringan kecambah kedelai tanpa *masking* rasa.

Principal Coordinate Analysis (PCoA)

Berdasarkan hasil *Principal Coordinate Analysis* (PCoA) pada Gambar 2, atribut-atribut yang berada di kuadran kanan (F1 positif), seperti *aftertaste Clean*, rasa Manis, Umami, Kacang, tekstur *Creamy*, aroma Kacang (AR Kacang), serta kenampakan Putih Gading dan Cerah, diidentifikasi sebagai determinan utama kesukaan panelis. Kedekatan atribut-atribut tersebut dengan titik Liking menunjukkan kontribusi positif terhadap persepsi sensori produk. Rasa manis dan umami secara universal disukai karena memberikan kesan menyenangkan dan keseimbangan rasa, sementara *aftertaste Clean* dan tekstur *Creamy* berperan dalam menciptakan sensasi lembut dan bersih di rongga mulut (Dickinson, 2018; Melis dan Barbarossa, 2017; Yang et al., 2016).

Sebaliknya, atribut di kuadran kiri (F1 negatif) seperti Pahit, AT Pahit, Asam, Langu, AR *Grassy*, dan Astringency menunjukkan korelasi negatif terhadap kesukaan panelis. Atribut-atribut ini merupakan indikator *off-flavor* yang umum pada minuman berbasis kedelai akibat degradasi lipid dan pembentukan senyawa volatil seperti aldehid dan alkohol rantai pendek. Temuan ini sejalan dengan laporan Tong et al. (2025) yang mengidentifikasi aroma *grassy* dan rasa langu sebagai penurunan penerimaan produk nabati, serta Cardello et al. (2024) yang menyatakan bahwa rasa pahit dan sensasi astringent dapat

menghambat preferensi konsumen terhadap sari alternatif.

Atribut kenampakan seperti Cerah dan Putih Gading juga berkontribusi positif terhadap persepsi kualitas produk, sebagaimana dinyatakan oleh Figueiredo Muniz et al. (2023), bahwa warna putih, cerah, dan bersih meningkatkan kesukaan konsumen terhadap produk pangan. Sebaliknya, atribut *watery*, *thickness*, dan kekuningan yang berada jauh dari titik *Liking* diinterpretasikan memiliki kontribusi negatif, karena ekstremitas tekstur atau warna dapat menurunkan persepsi keseimbangan sensori. Konsumen cenderung menolak sari yang terlalu kental atau encer, serta lebih menyukai warna putih dibandingkan kekuningan karena diasosiasikan dengan kesegaran dan kemurnian (Liepa et al., 2017; McCarthy et al., 2017; Moss et al., 2023). Secara keseluruhan, atribut Manis, *Creamy*, Umami, *Clean*, dan Kacang merupakan penentu utama preferensi panelis, sedangkan atribut Langu, *Grassy*, dan Pahit perlu dikendalikan dalam formulasi agar profil sensori tetap seimbang dan diterima secara luas.

Penalty Analysis (PA)

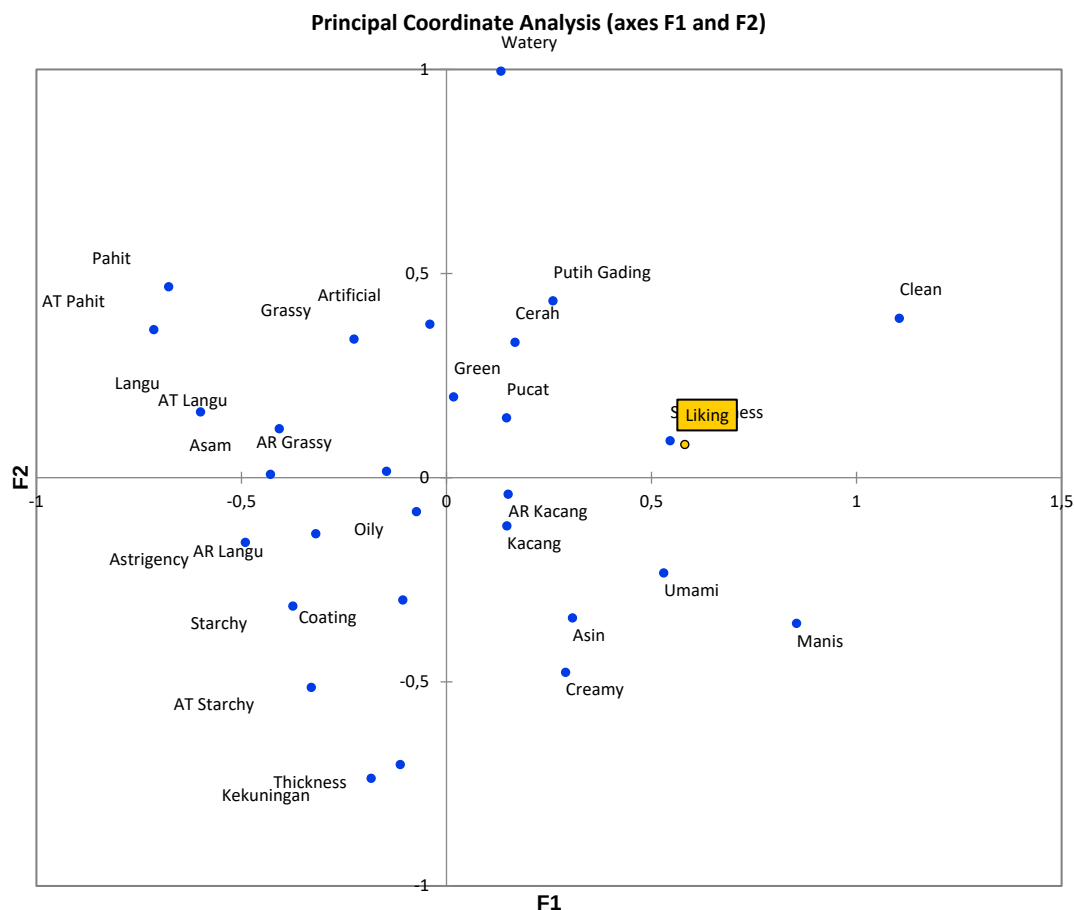
Hasil PA (Gambar 3) menggambarkan bahwa atribut dengan nilai *mean drops* positif seperti rasa manis, tekstur *smoothness* dan *creamy*, serta *aftertaste clean* diidentifikasi sebagai *must have*, karena berkontribusi langsung terhadap peningkatan kesukaan panelis (%P[NoYes] > 20%) (Jariyah et al., 2024). Rasa manis berperan sebagai efek masking terhadap off-flavor seperti pahit dan langu (Choi et al., 2024; Dragomir et al., 2025; Pratiwi et al., 2022), sementara atribut *smoothness* dan *creamy* memperkuat *mouth-feel* lembut dan berisi melalui peningkatan viskositas dan kestabilan dispersi (Mahato et al., 2020; Wolinska-Kennard et al., 2025). *Aftertaste clean* menciptakan kesan akhir yang bersih tanpa sisa rasa negatif (Dragomir et al., 2025).

Sebaliknya, atribut seperti *starchy*, astringency, *aftertaste starchy*, kekuningan, langu, dan *aftertaste langu* termasuk dalam kategori *must not have*, ditandai oleh nilai *mean drops* negatif dan %P[YesNo] > 20%. Atribut *starchy* berkaitan dengan sisa granula pati yang tidak terhidrolisis sempurna (Dhankhar dan Kundu, 2021; Sethi et al.,

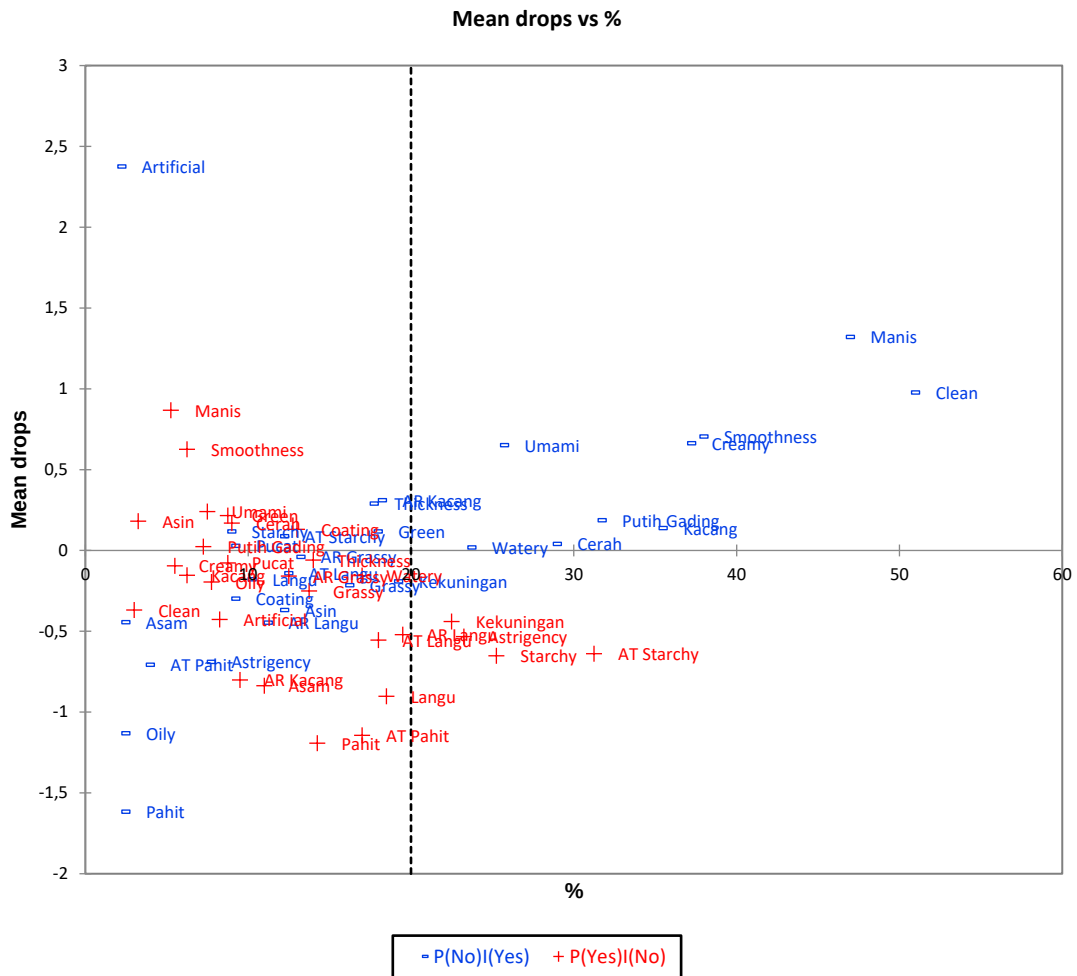
2016; Silventoinen-Veijalainen et al., 2024), sedangkan *astringency* berasal dari senyawa polifenol yang dapat ditekan melalui pemanis (Aaby et al., 2025). Kekuningan menurunkan daya tarik visual karena diasosiasikan dengan degradasi pigmen akibat aktivitas PPO, oksidoreduktase, dan reaksi Maillard (Ding et al., 2020; Harisha et al., 2023; Qi et al., 2025; Silano et al., 2017).

Atribut langu dan *aftertaste* langu mencerminkan sisa flavor kuat dan tidak bersih, berasal dari oksidasi lemak dan protein selama pengolahan. Aktivitas lipase dan lipoksigenase menghasilkan senyawa volatil seperti hexanal, 1-hexenol, 2-nonenal, dan 2-pentylfuran yang berkontribusi terhadap

aroma *grassy* dan karakter beany (Kaur dan Ubeyitogullari, 2024; Lan et al., 2025; Shahidi dan Oh, 2020; Zeng et al., 2025). Kombinasi peningkatan aktivitas enzim dan kerusakan sel saat penggilingan mempercepat oksidasi lemak (Gulkirpik et al., 2023). Penambahan pemanis terbukti efektif menonjolkan atribut positif dan menekan off-flavor, sehingga optimasi formulasi perlu diarahkan untuk menghasilkan profil sensori bersih, seimbang, dan sesuai preferensi konsumen (Aaby et al., 2025; Pratiwi et al., 2022; Wolinska-Kennard et al., 2025). Secara ringkas pengelompokan atribut tersebut disajikan pada Tabel 4.



Gambar 2. Peta Korelasi Atribut Sensori Sari Kecambah Kedelai



Gambar 3. Peta *Mean Drops* Vs % Sari Kecambah Kedelai

Tabel 4. *Penalty Analysis* Atribut

<i>Must have</i>	<i>Nice to have</i>	<i>Does not influence</i>	<i>Does not harm</i>	<i>Must not have</i>
Manis		Putih Gading	Cerah	Starchy
Smoothness		Kacang	Pucat	Astrigency
Creamy		Watery	Langu	AT Starchy
Clean			Grassy	
			Artificial	
			Asin	
			Umami	
			Asam	
			AR Langu	
			Green	
			AR Grassy	
			Coating	
			Thickness	
			Oily	
			AT Langu	

KESIMPULAN

Dua sediaan bahan baku dan pemanis menentukan persepsi dan penerimaan sari

kecambah kedelai. Sari kecambah dari kecambah kedelai segar tanpa pemanis (tanpa gula) mendekati “produk ideal” pada

pemetaan sensori, selaras dengan peringkat kesukaan tertinggi pada uji lanjut. Atribut pendorong kesukaan yang perlu dihadirkan adalah rasa manis, *smoothness*, *creamy*, *aftertaste clean*, serta warna putih gading, sedangkan langu, pahit, astringency, *starchy*, dan kekuningan harus ditekan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aaby, K., Skaret, J., Berget, I., Varela, P., 2025. The interplay of different sensory attributes in lingonberry nectars with sucrose and high intensity sweeteners. *Applied Food Research* 5. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100681>
- Agrahar-Murugkar, D., Jha, K., 2010. Effect of drying on nutritional and functional quality and electrophoretic pattern of soyflour from sprouted soybean (*Glycine max*). *J Food Sci Technol* 47. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0082-5>
- Bertelsen, A.S., Laursen, A., Knudsen, T.A., Møller, S., Kidmose, U., 2018. Bitter taste masking of enzyme-treated soy protein in water and bread. *J Sci Food Agric* 98. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8903>
- Cardello, A. V., Llobell, F., Jin, D., Ryan, G.S., Jaeger, S.R., 2024. Sensory drivers of liking, emotions, conceptual and sustainability concepts in plant-based and dairy yoghurts. *Food Qual Prefer* 113. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.105077>
- Chen, Y., Chang, S.K.C., 2015. Macronutrients, phytochemicals, and antioxidant activity of soybean sprout germinated with or without light exposure. *J Food Sci* 80. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12868>
- Choi, Y., Wong, R.R., Cha, Y.K., Park, T.H., Kim, Y., Chung, S.-J., 2024. Sweet-bitter taste interactions in binary mixtures of sweeteners: Relationship between taste receptor activities and sensory perception. *Food Chem* 459, 140343. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140343>
- Dhankhar, J., Kundu, P., 2021. Stability aspects of non-dairy milk alternatives, in: *milk substitutes - selected aspects*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.96376>
- Dickinson, E., 2018. On the road to understanding and control of creaminess perception in food colloids. *Food Hydrocoll.* <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.10.014>
- Ding, Y.Y., Li, J., Wu, C., Yang, Y., Gu, Z., 2020. The relationship between the chemical composition and the quality of the soybean film during peeling process. *Food Sci Nutr* 8. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1791>
- Dragomir, N., Grigore, D.M., Pogurschi, E.N., 2025. Beyond sugar: a holistic review of sweeteners and their role in modern nutrition. *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods14183182>
- Figueiredo Muniz, V.R.G., Ribeiro, I.S., Beckmam, K.R.L., de Godoy, R.C.B., 2023. The impact of color on food choice. *Brazilian Journal of Food Technology*. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.08822>
- Grand View Research, 2023. Plant-based beverages market size, share & trends analysis. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/e-commerce-market> [20 Desember 2025]
- Gulkirpik, E., Donnelly, A., Nowakunda, K., Liu, K., Andrade Laborde, J.E., 2023. Evaluation of a low-resource soy protein production method and its products. *Front Nutr* 10, 1067621. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1067621>
- Gulkirpik, E., Toc, M., Atuna, R.A., Amagloh, F.K., Andrade Laborde, J.E., 2021. Evaluation of oxidative stability of full fat soybean flour in storage and

- sensory quality of tuo zaafi-enriched with soy flour as influenced by traditional processing methods. *Foods* 10.
<https://doi.org/10.3390/foods10092192>
- Harisha, R., Singh, Sumit Kumar, Ahlawat, A.K., Narwal, S., Jaiswal, J.P., Singh, J.B., Kumar, R.R., Singhal, S., Balakrishnan, A.P., Shukla, P., Bhavya, B., Agrawal, A., Singh, Sanjay K., Mahendru-Singh, A., 2023. Elucidating the effects on polyphenol oxidase activity and allelic variation of polyphenol oxidase genes on dough and whole wheat-derived product color parameters. *Int J Food Prop* 26.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2252196>
- Harlita, T.D., Azhari, H., Risvina, P., 2023. Pengaruh suhu dan lama simpan terhadap angka lempeng total pada sari kedelai home industry. *Sains Medisina* 1, 154–158.
- Hunaefi, D., Khairunnisa, W., Sholehuddin, Z., Adawiyah, D., 2020. Sensory profile of commercial coffee products using QDA (Quantitative Descriptive Analysis), flash profile, and CATA (Check-All-That-Apply) methods. <https://doi.org/10.5220/0009977500200030>
- Hunaefi, D., Marusiva, W., 2021. Sensory profile of 3 in 1 instant coffee using emotional-sensory mapping, flash profile, and CATA (Check-All-That-Apply) methods. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 32, 169–180.
<https://doi.org/10.6066/jtip.2021.32.2.169>
- Jariyah, Hidayat, A.W., Munarko, H., 2024. Sensory profile characterization of non-wheat flour biscuits using Rate-All That-Apply (RATA) and emotional sensory mapping (ESM) method. *Future Foods* 9, 100281.
<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100281>
- Kaur, S., Ubeyitogullari, A., 2024. The impact of supercritical carbon dioxide processing on the aroma and physicochemical properties of soybean flour. *Future Foods* 10, 100476.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100476>
- Lan, H., Luo, X., Xu, D., Cui, K., Li, L., Li, C., Qi, H., Liu, Q., 2025. Analysis of flavor formation and metabolite changes during production of Double-Layer Steamed Milk Custard made from buffalo milk. *PLoS One* 20, e0331277.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0331277>
- Liepa, M., Zagorska, J., Galoburda, R., Straumite, E., Kruma, Z., Sabovics, M., 2017. Sensory properties of high-pressure-treated milk.
<https://doi.org/10.22616/foodbalt.2017.032>
- Lu, J., Cheng, J.H., Xu, Y., Chen, Y., Qian, K., Zhang, Y., 2023. Effect of germination on nutritional quality of soybean. *Food Science and Technology* 43, e008323.
<https://doi.org/10.1590/fst.008323>
- Mahato, D.K., Keast, R., Liem, D.G., Russell, C.G., Cicerale, S., Gamlath, S., 2020. Sugar reduction in dairy food: An overview with flavoured milk as an example. *Foods*.
<https://doi.org/10.3390/foods9101400>
- Masdani, Ariyanto, 2021. PKM usaha air susu kedelai untuk *home industry*. *DULABF Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1(1), 29-35.
- McCain-Keefer, H.R., Meals, S., Drake, M.A., 2020. The sensory properties and consumer acceptance of cold brew coffee. *J Sens Stud* 35, e12604.
<https://doi.org/10.1111/joss.12604>
- McCarthy, K.S., Lopetcharat, K., Drake, M.A., 2017. Milk fat threshold determination and the effect of milk fat content on consumer preference for fluid milk. *J Dairy Sci* 100.
<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11417>
- Melis, M., Barbarossa, I.T., 2017. Taste perception of sweet, sour, salty, bitter, and Umami and changes due to L-

- arginine supplementation, as a function of genetic ability to taste 6-n-propylthiouracil. *Nutrients* 9. <https://doi.org/10.3390/nu9060541>
- Milareva, H.A., Handayani, S., Barokah, U., 2023. Analisis preferensi konsumen terhadap pembelian sari sapi segar di kota surakarta. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis* 7, 292. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2023.007.01.26>
- Moss, R., LeBlanc, J., Gorman, M., Ritchie, C., Duizer, L., McSweeney, M.B., 2023. A prospective review of the sensory properties of plant-based dairy and meat alternatives with a focus on texture. *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods12081709>
- Olías, R., Delgado-Andrade, C., Padial, M., Marín-Manzano, M.C., Clemente, A., 2023. An updated review of soy-derived beverages: Nutrition, processing, and bioactivity. *Foods* 12, 2665. <https://doi.org/10.3390/foods12142665>
- Piochi, M., Cabrino, G., Torri, L., 2021. Check-all-that-apply (Cata) test to investigate the consumers' perception of olive oil sensory properties: Effect of storage time and packaging material. *Foods* 10, 1551. <https://doi.org/10.3390/foods10071551>
- Pratiwi, R.D., Rosyidi, V.A., Zanjabilla, S., Dewi, K.S., Novandra, R., Desvina, D., Herawati, H., 2022. Sensory evaluation of flavoring agent addition in soy-based beverage. *Pharmacy Reports* 2, 46. <https://doi.org/10.51511/pr.46>
- Qi, Y., Wang, W., Yang, T., Ding, W., Xu, B., 2025. Maillard reaction in flour product processing: mechanism, impact on quality, and mitigation strategies of harmful products. *Foods* 14, 2721. <https://doi.org/10.3390/foods14152721>
- Rahman, M., Rahman, M., Shahjadee, U., Rupa, A., Hossain, M., 2016. Nutritional and microbiological quality of germinated soy flour. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research* 51, 167–174. <https://doi.org/10.3329/bjsir.v51i3.29416>
- Ren, L., Sun, C., Lv, Y., Kumar, L., 2024. Effect of succinylation on oxidation–aggregation of low-density lipoprotein and formation of off-flavors in heated egg yolks. *Foods* 13, 3489. <https://doi.org/10.3390/foods13213489>
- Saputra, R.A., Pratiwi, I.D.P.K., Yusasrini, N.L.A., 2023. Evaluasi profil sensori produk kopi instan starbucks via ready brew unflavored menggunakan metode CATA (Check-All-That-Apply). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)* 12, 491–505. <https://doi.org/10.24843/itepa.2023.v12.i03.p02>
- Sethi, S., Tyagi, S.K., Anurag, R.K., 2016. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *J Food Sci Technol* 53, 3408–3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
- Shahidi, F., Oh, W.Y., 2020. Lipid-derived flavor and off-flavor of traditional and functional foods: an overview. *Journal of Food Bioactives*. <https://doi.org/10.31665/jfb.2020.10224>
- Silano, V., Bolognesi, C., Castle, L., Chipman, K., Cravedi, J., Fowler, P., Franz, R., Grob, K., Gürtler, R., Husøy, T., Kärenlampi, S., Mennes, W., Milana, M.R., Pfaff, K., Riviere, G., Srinivasan, J., de Fátima Tavares Poças, M., Tlustos, C., Wölflle, D., Zorn, H., Chesson, A., Glandorf, B., Herman, L., Jany, K., Marcon, F., Penninks, A., Smith, A., Želježić, D., Andryszkiewicz, M., Arcella, D., Liu, Y., Engel, K., 2017. Safety evaluation of the food enzyme peroxidase obtained from soybean (*Glycine max*) hulls. *EFSA Journal* 15. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5119>
- Silventoinen-Veijalainen, P., Sneek, A.-M., Nordlund, E., Rosa-Sibakov, N., 2024.

- Influence of oat flour characteristics on the physicochemical properties of oat-based milk substitutes. *Food Hydrocoll* 147, 109402. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109402>
- Tiepo, C. B. V., Werlang, S., Reinehr, C. O., & Colla, L. M. (2020). Sensory methodologies used in descriptive studies with consumers: Check-All-That-Apply (CATA) and variations. *Research, Society and Development*, 9(8), e407985705. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5705>
- Tong, S., Siow, L.F., Lee, Y., 2025. Identification of sensory drivers of liking of plant-based milk using a novel palm kernel milk—The effect of reformulation and flavors addition through CATA and PCA analysis. *Food Sci Nutr* 13. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4719>
- Vatansever, S., Chen, B., Hall, C., 2024. Plant protein flavor chemistry fundamentals and techniques to mitigate undesirable flavors. *Sustainable Food Proteins* 2, 33–57. <https://doi.org/10.1002/sfp2.1025>
- Winarsi, H., 2018. Sari kecambah kedelai basah kaya protein lebih disukai sebagai minuman alternatif untuk obesitas. *Jurnal Gizi dan Pangan Soedirman* 2, 32. <https://doi.org/10.20884/1.jgps.2018.2.1.896>
- Wolinska-Kennard, K., Schönberger, C., Fenton, A., Sahin, A.W., 2025. Mouthfeel of food and beverages: A comprehensive review of physiology, biochemistry, and key sensory compounds. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 24. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70223>
- Yang, A., Smyth, H., Chaliha, M., James, A., 2016. Sensory quality of soymilk and tofu from soybeans lacking lipoxygenases. *Food Sci Nutr* 4. <https://doi.org/10.1002/fsn3.274>
- Yang, Y., Wang, X., Wang, M., Li, H., Lin, Y., Miao, S., Xie, W., 2025. The effect of germination time on soymilk odor: Key odor compounds and formation mechanisms. *LWT* 228, 118045. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.118045>
- Zeng, Q., Wang, H., Tuo, J., Ding, Y., Cao, H., Yue, C., 2025. Volatile Organic Compounds in Teas: Identification, Extraction, Analysis, and Application of Tea Aroma. *Foods* 14, 2574. <https://doi.org/10.3390/foods14152574>

SIFAT SENSORIS, KADAR AIR DAN ANGKA KAPANG KHAMIR PADA COOKIES YANG DIFORMULASI DENGAN TERIGU, UMBI SINGKONG DAN TEPUNG DAUN SINGKONG (*Manihot utilissima*) SELAMA PENYIMPANAN

*Sensory Properties, Water Content and Total Yeast-Mold on Cookies Formulated with Wheat Flour, Cassava Tubers and Cassava Leaves (*Manihot utilissima*) During Storage*

Renni Oktaviani*, Bernatal Saragih, Aswita Emmawati

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Pasir Belengkong, Kampus Gunung Kelua 75117

**Email : renni8viani@gmail.com*

Submisi: 8.6.2022, Diterima: 20.3.2025, Dipublikasikan: 2.4.2026

ABSTRAK

Singkong mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin C, vitamin B1, zat besi, fosfor, kalsium, serat makanan, serta memiliki indeks glikemik rendah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kadar air, perubahan sifat sensoris, dan pertumbuhan mikroorganisme kapang dan khamir pada cookies yang diformulasikan dengan tepung terigu, umbi singkong, dan tepung daun singkong selama penyimpanan. Penelitian ini menggunakan jenis kuasi eksperimen dengan desain *posttest only control design* menggunakan perlakuan terbaik dari penelitian sebelumnya yaitu 98 g tepung terigu, umbi singkong (1:1) : 2 g tepung daun singkong. Cookies disimpan pada suhu kamar selama 1, 7, 15, 30, 45, dan 60 hari. Data dianalisis dengan analisis non parametrik Kruskal-Wallis dan *One-way ANOVA*. Hasil menunjukkan sensoris mutu hedonik warna pada hari ke-1 hijau sedangkan hari ke-7,15 dan 30 agak kehijauan. Mutu hedonik aroma dan rasa adalah beraroma cookies dan manis. Mutu hedonik tekstur pada hari ke-1 dan 7 renyah sedangkan hari ke-15 dan 30 agak renyah. Kadar air cookies di hari ke-1,7,15 dan 30 yaitu 4.46, 4.96, 5.22 dan 5.96 (%). Nilai tersebut berdasarkan SNI 2973:2011 mampu bertahan sampai hari ke-7. Hasil uji mikrobiologi Angka Kapang Khamir (AKK) tidak memenuhi syarat mutu SNI 2973:2011 yaitu maksimal 2×10^2 CFU/g.

Kata kunci : masa simpan, cookies, kadar air, sensoris dan AKK

ABSTRACT

Cassava contains carbohydrates, protein, fat, vitamin C, vitamin B1, iron, phosphorus, calcium, dietary fiber, and has a low glycemic index. This study aimed to determine the effects of moisture content, sensory properties, and growth of mold and yeast microorganisms on cookies formulated with wheat flour, cassava tubers, and cassava leaf flour during storage. The study used quasi-experimental research with a post-test-only control design using the best treatment from previous studies: 98 g of wheat flour, cassava tubers (1:1): 2 g of cassava leaf flour. Cookies were stored at room temperature for 1, 7, 15, 30, 45, and 60 days. Data were analyzed using non-parametric Kruskal-Wallis analysis and *One-way ANOVA*. Results showed the sensory quality of hedonic color was green on day 1, while slightly greenish on days 7, 15, and 30. The hedonic quality showed cookie aroma and sweet taste. Texture was crunchy on days 1 and 7, and slightly crunchy on days 15 and 30. Moisture contents on days 1,7,15 and 30 were 4.46, 4.96, 5.22, and 5.96 (%). This value met SNI 2973:2011 requirements until day 7. The microbiological test of Yeast Mold Number does not meet SNI 2973:2011 quality requirements of a maximum 2×10^2 CFU/g.

Keywords: shelf life, cookies, moisture content, sensory properties, and the number of molds and yeast

PENDAHULUAN

Perkembangan industri pangan di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan dari segi kualitas dan jenis produk yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan kebutuhan pangan semakin hari semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk di dunia. Produk pangan merupakan alternatif dalam menciptakan makanan yang dapat diterima oleh semua kalangan masyarakat secara lebih mudah dan praktis.

Pengolahan pangan pada industri komersial umumnya bertujuan untuk memperpanjang masa simpan produk, meningkatkan atau mengubah sifat sensoris produk baik dari segi warna, rasa, dan tekstur), memudahkan dalam pendistribusian, memberikan lebih banyak pilihan dan ragam produk pangan di pasaran, meningkatkan nilai ekonomis bahan baku, serta meningkatkan kualitas produk, terutama mutu gizi, daya cerna, dan ketersediaan gizi. Kriteria atau komponen mutu yang penting dalam komoditas pangan adalah keamanan, kesehatan, *flavor*, tekstur, warna, umur simpan, kemudahan, kehalalan, dan harga (Andarwulan dan Hariyadi, 2004)

Penentuan masa simpan (*shelf life*) produk pangan merupakan titik kritis dalam sistem keamanan pangan. Hal ini ditujukan untuk melindungi dan menjamin kualitas produk yang dihasilkan. Undang-undang RI nomor 18 tahun 2012 tentang Pangan serta Peraturan Pemerintah nomor 13 tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan bahwa setiap industri pangan wajib mencantumkan tanggal kadaluarsa (*expired date*) pada setiap label kemasan.

Singkong atau ubi kayu (*Manihot utilissima*) merupakan komoditas yang banyak dibudidayakan di Kalimantan Timur. Jumlah produksi singkong di Kalimantan Timur mencapai 53,966 ton pada tahun 2015 (BPS, 2016). Singkong mengandung karbohidrat yang dapat menggantikan sumber bahan makanan Indonesia selain padi dan jagung. Berdasarkan Kemenkes RI (KEMENKES RI, 2017), komponen singkong dalam 100 g bahan terdiri atas kalori sebesar 146 kal, air 62,50 g, fosfor 40,00 g,

karbohidrat 34,70 g, kalsium 33,00 g, vitamin C 30,00 g, protein 1,20 g, besi 0,70 g, lemak 0,30 g, dan vitamin B1 0,06. Sebagian orang memanfaatkan singkong sebagai salah satu alternatif pengganti sumber karbohidrat bagi penderita diabetes melitus. Hal ini dikarenakan singkong mentah memiliki indeks glikemik yang rendah yaitu 55 (Pangestika et al., 2021). Masyarakat umumnya memanfaatkan umbi singkong sebagai bahan pokok pembuatan kripik, tape, kue basah, dan gorengan. Selain umbi singkong, bagian tanaman singkong yang mengandung banyak nutrisi adalah daun singkong.

Daun singkong merupakan jenis sayuran yang banyak digemari oleh masyarakat karena rasanya yang lezat jika diolah, murah serta mudah untuk didapatkan. Umumnya, masyarakat mengkonsumsi daun singkong dalam bentuk lalapan, tumisan atau olahan sayuran berkuah. Daun singkong dalam 100 gram mengandung lemak, sodium, karbohidrat, protein, vitamin C, vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, vitamin B5, vitamin B6, kalsium, zat besi, kalium, fosfor, magnesium, seng, tembaga, dan mangan (Andareto, 2015). Dalam pengolahannya, daun singkong harus dicuci atau direndam terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan asam sianida (HCN) yang bersifat toksik. Kandungan protein kasar daun singkong segar sebanding dengan telur segar sebesar 10,9 g dalam 100 g bahan dan profil protein asam amino daun singkong seimbang dengan protein telur, kecuali metionin, lisin, dan mungkin isoleusin. Selain itu, daun singkong memiliki kandungan asam amino esensial lebih tinggi daripada protein kedelai (Montagnac et al., 2009).

Daun singkong dapat diolah menjadi tepung sehingga akan mengurangi penggunaan tepung terigu di Indonesia. Tepung daun singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan aneka produk pangan. Salah satu produk pangan yang memiliki umur simpan yang cukup lama adalah *cookies*.

Cookies merupakan kue yang sangat disukai dari semua kalangan, baik anak-anak hingga dewasa. Proses pembuatan *cookies* dilakukan dengan cara dipanggang menggunakan bahan dasar tepung terigu,

dengan kadar air akhir kurang dari 5%. Biasanya formulasi *cookies* dibuat dengan diperkaya bahan-bahan tambahan seperti lemak, gula (ataupun garam) serta bahan pengembang (Saksono, 2012). Cookies memiliki kadar air yang relatif rendah sehingga cookies mampu bertahan lama. Kadar air cookies yang tinggi akan menyebabkan cookies mudah rapuh dan timbul bercak pada sekitar cookies yang diduga jamur. Hasil penelitian Pradita (2017), menunjukkan hasil uji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1 pikrilhidrazil) pada cookies dengan formulasi tepung terigu, umbi singkong dan tepung daun singkong memiliki nilai IC₅₀ berkisar 244,36 sampai dengan 214,32 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa cookies mempunyai aktivitas antioksidan yang lemah. Indeks glikemik cookies daun singkong sebesar 77,4 lebih tinggi dibandingkan dengan roti tawar sebesar 71.

Hasil penelitian Kristina (2017), menunjukkan bahwa formulasi tepung terigu, umbi singkong dan tepung daun singkong pada perlakuan 96 : 4 memiliki nilai gizi cookies daun singkong yaitu kadar air 4,83%, kadar abu 1,47%, kadar lemak 11,5%, kadar serat kasar 3,27%, kadar protein 9,74%, kadar karbohidrat 71,28% dengan total energi 431,60 kkal.

Berdasarkan latar belakang dan beberapa penelitian di atas, maka penulis ingin melakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui perubahan mutu yaitu kadar air, sifat sensoris dan AKK pada cookies yang diformulasi tepung terigu, umbi singkong, dan tepung daun singkong selama penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi singkong gajah dan daun singkong yang diperoleh dari daerah Tanah Merah Samarinda, tepung terigu protein rendah (merek Kunci Biru), margarin (merek Blue Band), baking powder, telur ayam, dan gula halus. Adapun bahan yang digunakan untuk analisis adalah PDA (*Potato Dextrose Agar*), NaCl, kloramfenicol, alkohol dan aquades.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuasi eksperimen dengan desain penelitian *posttest only control design*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh masa penyimpanan terhadap mutu cookies dengan menganalisis kadar air, sifat sensoris mutu hedonik (rasa, warna, aroma, dan tekstur) serta angka kapang khamir. Penelitian ini menggunakan perlakuan terbaik dari penelitian Pradita (2017) yaitu 98 g tepung terigu, umbi singkong (1:1) : 2 g tepung daun singkong. Produk cookies tersebut akan disimpan dalam suhu kamar dengan masa penyimpanan hari ke1, 7, 15, 30, 45 dan ke 60 hari.

Data sifat sensoris dianalisis dengan sidik ragam nonparametrik yaitu *Kruskal-Wallis* dan kadar air dianalisis menggunakan analisis ragam *one way ANOVA*. Jika terdapat pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan Uji Duncan pada taraf 5%.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap, tahap pertama yaitu proses pembuatan tepung daun singkong, tahap kedua adalah proses pengolahan umbi singkong, tahap ketiga adalah proses pembuatan cookies, dan tahap keempat adalah proses pengemasan dan penyimpanan cookies.

Pembuatan Tepung Daun Singkong

Daun singkong yang diolah menjadi tepung adalah daun singkong gajah pada bagian daun yang masih muda. Daun singkong yang telah disiapkan disortasi sehingga mendapatkan daun singkong yang baik, kemudian daun singkong dicuci hingga bersih. Kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 55°C selama $\pm$ 16 jam. Selanjutnya dilakukan penggilingan menggunakan blender sampai halus hingga diperoleh tepung daun singkong, dan dilanjutkan dengan pengayakan menggunakan ayakan 80 mesh, agar mendapatkan tepung yang halus.

Proses Pengolahan Umbi Singkong

Sebelum pengolahan cookies, umbi singkong gajah terlebih dahulu diolah dengan cara, mengupas kulit umbi singkong, kemudian dilakukan pencucian menggunakan air hingga bersih, setelah itu dikukus selama $\pm$ 30 menit. Setelah umbi masak, umbi ditumbuk hingga halus.

Proses Pengolahan Cookies

Dilakukan pencampuran bahan antara lain margarin 40 g, dan 1 butir kuning telur dikocok menggunakan mixer hingga adonan mengembang (berwarna putih), kemudian dicampur gula halus 50 g, baking powder 0,25 g, vanili bubuk 100 mg, tepung terigu 49 g, umbi singkong tumbuk 49 g dan tepung daun singkong sebanyak 2 g diaduk hingga rata, setelah itu diambil sedikit adonan letakan diatas loyang datar dan dibentuk, kemudian dipanggang dalam oven dengan suhu 140°C, selama $\pm$ 30 menit.

Pengemasan dan Penyimpanan

Pengemasan *cookies* dilakukan dengan cara menata *cookies* didalam kemasan *standing pouch* alumanium foil, kemudian ditutup dengan rapat (selama penyimpanan *cookies* tidak boleh dibuka). *Cookies* disimpan dalam suhu ruang dengan masa penyimpanan selama 1, 7, 15, 30, 45, dan 60 (hari).

Prosedur Analisis

Pada penelitian ini yang dilakukan hanya pengujian sensoris mutu hedonik yang dikerjakan oleh 25 panelis tidak terlatih meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur. Panelis diminta untuk menilai parameter tersebut pada *cookies* yang disimpan dalam kurun waktu tertentu. Saetiap panelis disediakan 3 buah sampel secara acak.

Panelis diminta untuk menuliskan tanggapannya pada formulir yang telah disiapkan dan memberikan penilaian mutu hedonik, dengan skor untuk masing-masing atribut adalah:

Warna adalah, 5= sangat hijau, 4= hijau, 3= agak kehijauan, 2= putih kehijauan, 1= putih gading.

Aroma adalah 5= sangat beraroma *cookies*, 4= beraroma *cookies*, 3= agak beraroma *cookies*, 2= beraroma apek, 1= sangat beraroma apek.

Rasa adalah 5= sangat berasa manis, 4= berasa manis, 3= agak berasa manis, 2= pahit, 1= sangat pahit.

Tekstur adalah 5= sangat renyah, 4= renyah, 3= agak renyah, 2= rapuh, 1= sangat rapuh.

Pengujian kadar air dan AKK (Angka kapang dan khamir) pada *cookies* dilakukan berdasarkan SNI 2973:2011 (BSN, 2011).

Kenampakan keseluruhan meliputi penilaian produk secara umum, dimana panelis mengamati keseluruhan sifat yang ada pada produk meliputi tekstur, warna, serta aroma yang bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap mutu produk *cookies*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kenampakan Keseluruhan

Selama penyimpanan, hanya atribut warna yang sensitif terhadap perubahan, begitu pula dengan kadar air yang menunjukkan penurunan kualitas secara nyata ($p < 0,05$) (Tabel 1.). Warna misalnya menjadi pudar, sedangkan kadar air menjadi meningkat. Adapun AKK secara deskriptif dikategorikan menunjukkan penurunan kualitas pula, seperti ditunjukkan dengan meningkatnya nilai AKK seiring meningkatnya lama penyimpanan. Penampakan visual produk *cookies* disajikan pada Gambar 1.

Pengamatan kenampakan keseluruhan dilakukan di hari ke-1 hingga hari ke-60. Pengamatan ini meliputi warna, aroma, rasa, tekstur dan pertumbuhan jamur pada *cookies*. Selama masa penyimpanan dari hari ke-1 sampai hari ke 60, secara visual tidak nampak adanya pertumbuhan jamur di sekitar permukaan *cookies*. Akan tetapi, terjadi perubahan warna, aroma, dan tekstur.

Warna *cookies* pada penyimpanan hari ke-1 hingga ke-30, warna masih tetap sama yaitu agak kehijauan. Perubahan warna terjadi di hari ke-45 sampai hari ke-60, *cookies* mengalami perubahan warna hijau yang cenderung memudar.

Pada aroma *cookies* yang disimpan selama masa penyimpanan 60 hari tidak mengalami perubahan aroma yang signifikan. Rasa yang dihasilkan *cookies* selama masa penyimpanan ke-30 hari masih memiliki rasa yang sama yaitu agak manis. Akan tetapi, pada masa penyimpanan berikutnya pada hari ke-45 dan 60 rasa *cookies* berubah sedikit hambar. Tekstur *cookies* selama masa penyimpanan hari ke-1 sampai ke-30 mengalami penurunan tingkat kerenyahan selama berturut-turut hingga masa penyimpanan berakhir di hari ke-60.

Tabel 1. Pengaruh lama penyimpanan cookies terhadap sifat sensoris mutu hedonik

Penyimpanan (hari ke-)	Respons sensoris mutu hedonik				Kadar Air (%)	Angka Kapang Khamir (AKK) (CFU/g)
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur		
1	4 ^A	4	4	4	4,46±0,30 ^A	<10
7	3 ^B	4	4	4	4,96±0,27 ^A	1,20 x 10 ³
15	3 ^B	4	4	3	5,22±0,27 ^{AB}	7,00 x 10 ³
30	3 ^B	4	4	3	5,96±0,23 ^C	1,34 x 10 ⁴

Keterangan: Data respons sensoris dianalisis dengan uji Kruskal-Wallis ($p < 0,05$ untuk atribut warna), sedangkan data kadar air dengan ANOVA ($p < 0,05$). Data pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (uji Duncan, $p < 0,05$). AKK SNI 2973:2011 adalah 2×10^3 CFU/g.

*Atribut:

Warna adalah, 5= sangat hijau, 4= hijau, 3= agak kehijauan, 2= putih kehijauan, 1= putih gading.

Aroma adalah 5= sangat beraroma cookies, 4= beraroma cookies, 3= agak beraroma cookies, 2= beraroma apek, 1= sangat beraroma apek.

Rasa adalah 5= sangat berasa manis, 4= berasa manis, 3= agak berasa manis, 2= pahit, 1= sangat pahit.

Tekstur adalah, 5= sangat renyah, 4= renyah, 3= agak renyah, 2= rapuh, 1= sangat rapuh.



Gambar 1. Kenampakan Visual Cookies Selama Penyimpanan

Secara keseluruhan, cookies yang disimpan selama 60 hari masih dalam kondisi kenampakan yang baik dan tidak terdapat pertumbuhan kapang dan khamir yang berarti. Hal ini dikarenakan sifat cookies yang kering sehingga jamur akan sulit untuk tumbuh pada kondisi tempat yang memiliki kelembapan yang rendah (Pangestika et al., 2021).

Sifat Sensoris

Mutu Hedonik Warna

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mutu hedonik warna pada cookies memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) selama masa

penyimpanan. Pada Penyimpanan hari ke-1 menunjukkan nilai median 4. Nilai 4 merupakan nilai median tertinggi pada atribut warna selama penyimpanan yang berarti cookies berwarna hijau, sedangkan penyimpanan hari ke-7, 15 dan 30 menunjukkan nilai median masing-masing adalah agak kehijauan.

Selama penyimpanan, respon panelis terhadap atribut warna cookies dari seminggu pertama mengalami penurunan. Penggunaan suhu tinggi juga dapat mengurangi warna hijau pada produk yang dihasilkan sehingga warna khas daun singkong akan memudar (Mandriali et al., 2016), penelitian lain

menunjukkan yang sama (Sarhini et al., 2009). Selama proses penyimpanan dapat terjadi penurunan warna karena pengaruh berbagai faktor, seperti suhu, oksigen, cahaya, dan kadar air. Penurunan atribut warna *cookies* juga disebabkan adanya reaksi *maillard* atau reaksi pencoklatan non enzimatis yang menyebabkan tingkat kecerahan menurun (Claudia dan Simon, 2016; Pramadi et al., 2019). Berdasarkan hasil pengujian parameter warna dapat disimpulkan bahwa *cookies* yang disimpan selama 30 hari masih diterima oleh panelis.

Mutu Hedonik Aroma

Hasil penelitian menunjukan bahwa mutu hedonik aroma pada *cookies* memberikan pengaruh tidak nyata ($p>0,05$) terhadap masa penyimpanan. Pada Penyimpanan hari ke-1 hingga hari ke-30 menunjukkan nilai median yang sama 4 yaitu beraroma *cookies* yang berarti selama masa penyimpanan, aroma *cookies* tidak menunjukkan adanya perubahan. Pada masa simpan hari ke-1, 7, 15 dan 30, deskripsi aroma yang dihasilkan oleh panelis yaitu beraroma khas *cookies*. Aroma khas *cookies* terbentuk dari proses pemanggangan dengan suhu tinggi sehingga terjadi reaksi *maillard* atau karamelisasi.

Aroma merupakan bau yang dihasilkan dari produk makanan melalui senyawa volatil yang merangsang indera penciuman. Sebelum mencicipi makanan, konsumen cenderung mencium aroma dari makanan tersebut. Hal ini dikarenakan Parameter aroma dapat mempengaruhi persepsi rasa enak terhadap suatu produk makanan (Widiantoko and Yunianta, 2014), karena reaksi oksidasi (Kozłowska et al., 2014; Efendi et al., 2021), lama penyimpanan (Go et al., 2015) dan kemasan (Rukmi, 2011).

Hasil penilaian panelis terhadap mutu hedonik aroma *cookies* pada masa penyimpanan menunjukkan belum terdapat adanya perubahan aroma pada *cookies*. Hal ini dikarenakan aroma memiliki sifat yang subyektif terhadap rasa dan bau serta sulit diukur sehingga tingkat kesukaan dan sensitifitas orang berbeda-beda (Kisnawaty dan Kurnia, 2017).

Mutu Hedonik Rasa

Hasil penelitian menunjukan bahwa mutu hedonik rasa pada *cookies* memberikan

pengaruh tidak nyata ($p>0,05$) terhadap masa penyimpanan. Pada Penyimpanan hari ke-1 hingga hari ke-30 menunjukkan nilai median yang sama yaitu 4 yang berarti selama masa penyimpanan, rasa *cookies* tidak menunjukkan adanya perubahan. Pada penelitian ini, mutu rasa yang dihasilkan selama masa penyimpanan hampir sama yaitu berasa manis. Hal ini karena adanya penambahan gula pada proses pengolahan *cookies*. Penambahan gula dapat mengurangi oksidasi (Gogoi et al., 2020) dan mencegah perubahan aroma (Wulandari et al., 2013).

Mutu Hedonik Tekstur

Hasil penelitian menunjukan bahwa atribut tekstur pada *cookies* tidak memberikan pengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap masa penyimpanan. Pada Penyimpanan hari ke-1, 7 dan 30 menunjukkan nilai median 4 artinya masih renyah. Selama penyimpanan, tekstur *cookies* tidak menunjukkan adanya perubahan. Selama penyimpanan, respon panelis terhadap atribut tekstur *cookies* dari awal penyimpanan hingga akhir penyimpanan cenderung tidak stabil. Namun tidak menunjukkan perubahan mutu yang signifikan. Hal ini dikarenakan adanya proses pengovenan, sehingga suhu tinggi yang dihasilkan mampu mempertahankan sifat tekstur menjadi stabil. Tekstur *cookies* dapat bertahan selama penyimpanan karena bahan yang digunakan (Yuliatmoko dan Satyatama, 2012) dan pengolahan terutama kadar air (Hariyadi, 2019).

Kadar Air

Nilai rata-rata pada kadar air *cookies* selama masa penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan uji yang dilakukan, kadar air *cookies* mengalami peningkatan selama masa penyimpan. Pada Hari ke-1 dan 7, hasil yang diperoleh memenuhi syarat mutu *cookies* yang diizinkan berdasarkan SNI 2973:2011 yaitu maksimal 5% sedangkan Hari ke 15 dan 30, kadar air yang diperoleh melewati ambang batas yang diizinkan. Hal ini dikarenakan penambahan umbi singkong kukus tumbuk penyebab utama kadar air yang tinggi.

Keberadaan air pada produk *cookies* dapat menyebabkan kualitas *cookies* menurun, diantaranya daya tahan *cookies* selama masa penyimpanan dan tekstur. Air yang

terkandung dalam bahan pangan berkaitan erat dengan perubahan fisik, sensori, pertumbuhan mikroorganisme dan reaksi kimia selama proses penyimpanan berlangsung.

Ketidaksamaan hasil pengujian kadar air *cookies* dengan SNI diakibatkan saat penyimpanan terjadi interaksi antara produk dengan lingkungan (Kusnandar et al., 2010). Menurut Solihin et al. (2015), pada produk wafer yang memiliki karakteristik kemiripan yang hampir sama dengan produk biskuit, terjadi penurunan nilai rata-rata kadar air dari awal minggu (tanpa disimpan) hingga masa simpan selama empat minggu, karena menyerap air dari Lingkungan. Perubahan kadar air yang diakibatkan adanya perubahan suhu dan kelembapan pada ruang penyimpanan (Herawati, 2008) dan jenis kemasan (Kumolontang, 2015). Kelembaban udara ruang penyimpanan yang tinggi dapat menyebabkan absorpsi uap air dari udara ke ransum yang mengakibatkan peningkatan kadar air (Retnani et al., 2009). Kenaikan kadar air juga disebabkan oleh permeabilitas pada kemasan sehingga penyerapan air pada lingkungan sekitar *cookies* jauh lebih besar. Pada penelitian ini, peningkatan kadar air diduga disebabkan oleh kemasan yang tidak disegel dengan sempurna sehingga udara sekitar produk masuk ke dalam kemasan.

Penelitian lain menunjukkan bahwa *cookies* yang disimpan dalam kemasan aluminium foil memiliki umur simpan yang cenderung lebih lama (Setiaboma et al., 2020), hal ini berkaitan dengan permeabilitas uap air aluminium foil yang kecil yaitu 0,004 g H₂O/hari/m² (Pratiwi, 2017).

Angka Kapang dan Khamir

Kapang dan khamir merupakan indikasi adanya kontaminasi yang dapat menyebabkan kerusakan pada produk pangan. Selama proses penyimpanan, *cookies* akan mengalami kemunduran mutu yang ditandai adanya pertumbuhan jamur pada sekitar permukaan *cookies*.

Berdasarkan hasil uji pada Tabel 3, menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan *cookies* maka pertumbuhan kapang dan khamir mengalami peningkatan. Hasil perhitungan cemaran kapang dan khamir pada *cookies* dari hari ke-1 hingga hari ke-30 belum memenuhi persyaratan SNI 2973:2011

yaitu maksimal 2×10^2 CFU/g. Hal ini dikarenakan ketersediaan air yang tinggi dalam produk *cookies* selama penyimpanan sehingga memicu pertumbuhan kapang dan khamir

Peningkatan cemaran kapang dan khamir pada *cookies* diduga disebabkan oleh kemasan *cookies* yang tidak tertutup rapat dengan *seller* sehingga *cookies* terkontaminasi selama masa penyimpanan (Tahudi, 2018). Selain itu, kondisi lingkungan yang kurang higienis, kontaminasi dari bahan baku yang digunakan, penggunaan suhu dan waktu yang tidak tepat selama proses pengolahan dan penyimpanan dapat menyebabkan tingginya pertumbuhan mikroba (Valková et al., 2020).

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa selama masa simpan, suhu penyimpanan snack bar tidak terlalu berpengaruh terhadap pertumbuhan kapang dan khamir. Hal ini disebabkan oleh adanya penggunaan kemasan aluminium foil pada pengemas *snack bar* (Surahman et al., 2020). Kemasan aluminium foil ini dipergunakan sebagai pengemas *snack bar* karena aluminium memiliki sifat permeabilitas uap yang rendah dibandingkan *metalized plastics* yaitu 0,0035 dan 0,0221 (g/m².day.mmHg) (Ekafitri et al., 2021). Selain itu, peningkatan kadar air dan aktifitas air akan mempengaruhi kenaikan jumlah air bebas yang berpengaruh terhadap pertumbuhan kapang dan khamir selama masa penyimpanan (Pratama et al., 2014). Peranan air pada produk pangan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme, sifat sensoris, reaksi kimia dan perubahan fisik (Hariyadi, 2019).

KESIMPULAN

Cookies yang dihasilkan berdasarkan sensoris warna dapat bertahan baik sampai 30 hari, dengan aroma *cookies* dan rasa manis serta tekstur renyah. Kadar air memenuhi syarat SNI 2973:2011 yaitu maksimal 5%, sampai hari ke 15 air, kadar air selama penyimpanan hari ke-1, 7, 15 dan 30 adalah 4.46, 4.96, 5.22 dan 5.96 (%). Hasil uji mikrobiologi Angka Kapang Khamir (AKK) pada *cookies* menunjukkan bahwa selama masa penyimpanan *cookies* tidak memenuhi syarat mutu SNI 2973:2011 dikarenakan nilai

AKK tersebut melewati ambang batas yang diizinkan yaitu maksimal 2×10^2 CFU/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Andareto, O., 2015. Apotik Herbal di Sekitar Anda. Cetakan Pertama. Pustaka Ilmu Semesta, Jakarta.
- Andarwulan, N., Hariyadi, P., 2004. Perubahan mutu (fisik, kimia, mikrobiologi) produk pangan selama pengolahan dan penyimpanan produk pangan, pelatihan pendugaan waktu kedaluarsa (shelf life). Bogor.
- BPS, 2016. Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi, 1993-2015. Badan Pusat Statistika, Jakarta. URL <https://www.bps.go.id/indicator/53/23/1/produksi.html> [accessed 2.20.19].
- BSN, 2011. Standar Nasional Indonesia 2973:2011 (Biskuit). Jakarta.
- Claudia, E.J., Simon, B.W., 2016. Studi daya cerna (in vitro) biskuit tepung ubi jalar kuning dan tepung jagung germinasi. Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang.
- Efendi, R., Ayu, D.F., Nofaren, N., 2021. Pendugaan umur simpan rendang telur yang dikemas plastik high density polyetilen (hdpe) dan aluminium foil dengan teknik pengemasan berbeda menggunakan metode akselerasi. J. Teknol. dan Ind. Pertan. Indones. 13, 1–8.
- Ekafitri, R., Kurniawan, Y.R., Desnilasari, D., Surahman, D.N., Indriati, A., 2021. Shelf-life assessment of energy banana bar using acceleration method with critical moisture content approach. Food Sci. Technol. 41, 163–168. <https://doi.org/10.1590/fst.13120>
- Go, M.B., Velos, S.P., Minyamin, A. V., Bagsit, R.D., Pableo, R.G., 2015. Sensory evaluation, shelflife and nutritional composition of breadnut (*Artocarpus camansi*) Cookies. Trop. Technol. J. 19, 1–7. <https://doi.org/10.7603/s40934-015-0009-x>
- Gogoi, M., Barooah, M.S., Bordoloi, P.L., Borthakur, P.K., Neog, B., 2020. Study on storage stability of gluten free biscuit prepared by using rice flour, soya flour and buckwheat Flour. Int. J. Chem. Stud. 8, 2111–2116. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i3ad.9521>
- Hariyadi, P., 2019. Masa Simpan dan Batas Kedaluwarsa Produk Pangan. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Herawati, H., 2008. Penentuan umur simpan pada produk pangan. J. Litbang Pertan. 27, 124–130.
- KEMENKES RI, 2017. Tabel Komposisi Pangan Indoensia 2017, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Kisnawaty, S.W., Kurnia, P., 2017. Pengaruh substitusi tepung biji nangka pada pembuatan cookies ditinjau dari kekerasan dan daya terima. Prosiding Seminar Nasional Gizi. pp. 91–104.
- Kozłowska, M., Żbikowska, A., Gruczyńska, E., Żontała, K., Półtorak, A., 2014. Effects of spice extracts on lipid fraction oxidative stability of cookies investigated by DSC. J. Therm. Anal. Calorim. 118, 1697–1705. <https://doi.org/10.1007/s10973-014-4058-y>
- Kristina, F., 2017. Formulasi Tepung Terigu, Umbi Singkong dan Tepung Daun Singkong (*Manihot utilissima*) Terhadap Nilai Gizi Cookies. Skripsi. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Kumolontang, N., 2015. Pengaruh penggunaan santan kelapa dan lama penyimpanan terhadap kualitas “Cookies Santang.” J. Penelit. Teknol. Ind. 7, 69–79.
- Kusnandar, F., Adawiyah, D.R., Fitria, M., 2010. Pendugaan umur simpan biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis. J. Teknol. dan Ind. Pangan 21, 1–6.
- Mandriali, B., Pato, U., Johan, V.S., 2016. Penambahan tepung daun singkong dalam pembuatan kerupuk sagu. Jom

- Faperta 3, 99–102.
<https://doi.org/10.13581/j.cnki.rdm.20161021.001>
- Montagnac, J.A., Davis, C.R., Tanumihardjo, S.A., 2009. Nutritional value of cassava for use as a staple food and recent advances for improvement. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 8, 181–194. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00077.x>
- Pangestika, W., Widyasari Putri, F., Arumsari, K., 2021. Pemanfaatan tepung tulang ikan patin dan tepung ikan tuna untuk pembuatan cookies. *J. Pangan dan Agroidustri* 9, 44–55.
- Pradita, 2017. Formulasi tepung terigu, umbi singkong dan tepung daun singkong (manihot utilissima) terhadap sifat sensoris, aktivitas antioksidan dan indeks glikemik cookies. Skripsi. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Pramadi, I.A., Rejeki, F.S., Rahayuningsih, T., Wedowati, E.R., 2019. Proporsi mocaf dan tepung larut dengan penambahan maltodekstrin pada pengolahan cookies. *J. Agroteknologi* 13, 137. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v13i02.14105>
- Pratama, R.N., Sjöfjan, O., Widodo, E., 2014. Pengujian daya simpan aditif pangan dari campuran acidifier dan fitobiotik terenkapsulasi ditinjau dari jenis pengemasan dan lama simpan. *J. Ternak Trop.* 15, 51–59.
- Pratiwi, L.D., 2017. Pendugaan umur simpan cookies sumber protein dan energi dari tepung campuran berbasis mocaf dengan variasi kemasan. Skripsi. Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- Retnani, Y., Widiarti, W., Amiroh, I., Herawati, L., Satoto, K.B., 2009. Daya simpan dan palatabilitas wafer ransum komplut pucuk dan ampas tebu untuk sapi pedet. *Media Peternak.* 32, 130–136.
- Rukmi, A., 2011. Pengaruh penyimpanan terhadap mutu biskuit yang diperkaya dengan tepung ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dan Isolat Protein Keledai (*Glycine max*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Saksono, 2012. Pasar biskuit diproyeksi tumbuh 8% didorong proyeksi konsumsi [WWW Document]. URL <http://www.indonesiainancetoday.com> [7 September 2019].
- Sarbini, D., Rahmawaty, S., Kurnia, P., 2009. Uji fisik, organoleptik dan kandungan zat gizi biskuit tempe-bekatul dengan fortifikasi Fe dan Zn untuk anak kurang gizi. *J. Penelit. Sains Teknol.* 10, 18–26.
- Setiaboma, W., Kristanti, D., Afifah, N., 2020. Pendugaan umur simpan kukis mocaf dengan metode akselerasi berdasarkan kadar air kritis. *J. Ris. Teknol. Ind.* 14, 166–174.
- Solihin, Muhtarudin, Sutrisna, R., 2015. Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air kualitas fisik dan sebaran jamur wafer limbah sayuran dan umbi-umbian. *J. Ilm. Peternak. Terpadu* 3, 48–54. <https://doi.org/10.23960/jipt.v3i2.767>
- Surahman, D.N., Ekafitri, R., Miranda, J., Cahyadi, W., Desnilasari, D., Ratnawati, L., Indriati, A., 2020. Pendugaan umur simpan snack bar pisang dengan metode Arrhenius pada suhu penyimpanan yang berbeda. *J. Biopropal Ind.* 11(2), 127–137. <http://dx.doi.org/10.36974/jbi.v11i2.5898>
- Tahudi, P.A.B., 2018. Pendugaan umur simpan dan analisis keamanan cookies berbasis pati garut (*Maranta arundinaceae* L) dengan penambahan torbangun (*Coleus amboinicus* Lour). Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Bogor.
- Valková, V., Ďuranová, H., Galovičová, L., Kunová, S., Gabriny, L., Kačániová, M., 2020. Identification of bacterial species isolated from biscuits in response to their storage period. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 54, 153–158.

- Widiantoko, R.K., Yunianta, 2014. Pembuatan Es krim tempe-jahe (kajian proporsi bahan dan penstabil terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik). *Junal Pangan dan Agroindustri* 2, 54–66.
- Wulandari, D.R., Ekantari, N., Husni, A., 2013. Daun sirih hijau untuk menghambat oksidasi lemak pada filetlele asap berbumbu. *J. Teknol. Pertan.* 14, 35–46.
- Yuliatmoko, W., Satyatama, D.I., 2012. Pemanfaatan umbi talas sebagai bahan substitusi tepung terigu dalam pembuatan cookies yang disuplementasi dengan kacang hijau. *J. Mat. Sains, dan Teknol.* 13, 94–106.

MATERIAL FLOW ANALYSIS OF WHITE BREAD PRODUCTION: CASE STUDY AT A HOME-SCALE BAKERY PRODUCTION IN SURABAYA

Yosef Barita Sar Manik*, Sabrina Alia Radia, Nurul Ayanda Putri, Arrizal Azwar,
Joaozinho J. S. S. Amaral

Environmental Engineering Department, Faculty of Engineering, President University, Cikarang Utara

*)Corresponding author: yosef.manik@preident.ac.id

Submitted: 10.12.2025; Revised: 15.12.2025; Accepted: 23.12.2025; Published: 2.4.2026

ABSTRACT

Bread production in urban areas of Indonesia requires significant resource inputs (total 150 kg: 85.21 kg flour, water 52.33 kg, sugar 4.26 kg, salt/yeast 1.74 kg each, oil 1.40 kg, butter 1.32 kg, eggs 2.00 kg for 135 kg/day of bread ready for distribution) while also producing solid waste and emissions, thus requiring an efficiency assessment through Material Flow Analysis (MFA) for sustainability. This study applied MFA with a gate-to-gate approach to seven operational units: weighing, mixing, fermentation, dough forming, baking, cooling, and packaging at a home industry in Surabaya, using primary data from structured interviews (October 29, 2025) and secondary data from the literature. The results showed high efficiency, with a Product Yield of 90%, Organic Waste of 3.34%, Non-Product Output Ratio (NPOR) of 10.01%, and total emissions and steam of 6.67%. The main losses were 7.6 kg CO₂ (mixing/fermentation), trim waste 3 kg, exhaust 2.4 kg, and steam 1.7 kg (mass imbalance of 0.515 kg due to rounding/evaporation). MFA effectively supports sustainable bakery production through process optimization and waste valorization.

Keywords: Material Flow Analysis, White Bread Production, Mass Balance, Ecoefficiency.

ABSTRAK

Produksi roti di wilayah urban Indonesia memerlukan input sumber daya besar (total 150 kg: tepung 85,21 kg, air 52,33 kg, gula 4,26 kg, garam/ragi masing-masing 1,74 kg, minyak 1,40 kg, mentega 1,32 kg, telur 2,00 kg untuk 135 kg/hari roti siap distribusi) sekaligus menghasilkan limbah padat dan emisi, sehingga memerlukan penilaian efisiensi melalui Material Flow Analysis (MFA) untuk keberlanjutan. Penelitian ini menerapkan MFA dengan pendekatan gate-to-gate pada tujuh unit operasi penimbangan, pencampuran, fermentasi, pembentukan adonan, pemanggangan, pendinginan, pengemasan pada sebuah industri rumahan di Surabaya, menggunakan data primer dari wawancara terstruktur (29 Oktober 2025) dan data sekunder dari literatur. Hasil menunjukkan efisiensi tinggi dengan Product Yield 90%, Organic Waste 3.34%, NPOR (Non-Product Output Ratio) 10,01%, emisi dan uap total 6,67%; kehilangan utama: 7,6 kg CO₂ (pencampuran/fermentasi), trim waste 3 kg, exhaust 2,4 kg, uap 1,7 kg (ketidakseimbangan massa 0,515 kg akibat pembulatan/evaporasi). MFA efektif mendukung produksi bakery berkelanjutan melalui optimalisasi proses dan valorisasi limbah.

Kata kunci : Material Flow Analysis, produksi roti tawar, neraca massa, eco-efficiency.

INTRODUCTION

Bread products are a fast-food industry made from wheat flour. According to the Indonesian National Standard (SNI 01-3840-1995), bread is a product made with wheat flour as the main ingredient, made through a fermentation process with yeast and the addition of permitted food additives, then baked (BSN, 1995). Bread products also

have a shelf life of two to three days, are not easily stale, and are readily available on the market. Bread is widely consumed as a breakfast item, particularly in urban areas (Poh and Hendrawan, 2013).

According to data from the Central Statistics Agency (BPS) in 2023, bread consumption in Indonesia reached 3.01 kilograms (kg) per capita annually (BPS, 2023). In fact, bread sales in Indonesia are the

highest in Southeast Asia, reaching IDR 2.6 trillion. However, the Indonesian bread market is said to still require a supply of 68 percent. This gap can be exploited by startups that launch bakery businesses. Bread is a widely recognized bakery product (Musyarofa et al., 2025). This has led to a new habit in the community, namely, consuming bread as a healthy and practical breakfast option by replacing rice, which is known to be a source of carbohydrates (Al-Hakkak and Al-Hakkak, 2010; Mesta-Corral et al., 2024).

Bread is one of the world's major staple foods, and its production chain, from raw material cultivation, processing, transportation, baking, to distribution, requires substantial inputs of water, energy, and mineral fertilizers. For example, research shows that more than half of the environmental impact of bread production arises at the wheat cultivation stage, largely owing to fertilizer use and energy demand. Because the bakery industry is resource-intensive and generates waste streams (such as emissions, solid residues, and packaging waste), mapping material and energy flows through a "gate-to-gate" model offers a structured way to identify where inputs are highest, where losses occur, and where process improvements may yield the greatest benefits (Todd and Faour-Klingbeil, 2024).

In this context, the Material Flow Analysis (MFA) approach can be used to evaluate the sustainability aspects of the bread production process. Evaluating the sustainability aspects of bread production is important because the production process uses various resources, such as wheat flour, water, and energy, and produces waste and emissions that can impact the environment (Brostow et al., 2016; Brown and Waldron, 2013). MFA is a quantitative method used to identify and measure material flow in a production system. Through MFA, the amount of material input, output, and loss at each stage of the process can be determined, thereby identifying potential inefficiencies that need improvement. This approach provides a comprehensive understanding of resource efficiency and material balance in production.

Several studies in Indonesia have applied the MFA approach to the food industry, such as in the tofu (Musyarofa et al.,

2025) and spice flour industries (Farahdiba et al., 2024), showing that this method can be used to evaluate potential inefficiencies and resource utilization in small and medium enterprises (SMEs). However, the application of MFA in the Indonesian bread industry is still limited, especially in urban areas with intensive production and distribution activities, such as Surabaya. Surabaya was chosen as the research location because it is one of the largest cities in Indonesia with significant growth in the food processing sector and an increase in bread consumption (BPS, 2023; Suflani et al., 2024). This indicates a critical research gap that must be filled to support the food industry's transition to a more sustainable production system.

Based on this background, the purpose of this study is to evaluate the sustainability of bread production at a home-scale white bread bakery through the application of Material Flow Analysis (MFA). Specifically, this study aims to (i) identify and map material flows (inputs, outputs, and losses) in the bread production process at a home-scale white bread bakery production, (ii) analyze the efficiency and potential material losses at each stage of the production process using the MFA approach, and (iii) provide strategic recommendations to improve resource efficiency and reduce material losses in bread production in urban Surabaya.

This research has two main benefits. Academically, this study is expected to enrich the literature on the application of MFA in the context of the Indonesian food industry, especially for medium-scale bread products (Denham et al., 2016). Practically, the results of this study can be used as a basis for home-scale white bread bakery production to formulate more efficient and environmentally friendly production strategies, as well as a reference for other food industry players in Indonesia to apply the principles of sustainable production. The production process of traditional food in small industries can have significant environmental impacts owing to energy consumption, agricultural inputs, and emissions generated during production (Manik et al., 2025).

METHODOLOGY

This study focuses on analyzing the bread production process at a home-scale white bread bakery in Surabaya, Indonesia, using the Material Flow Analysis (MFA) approach. This method is used to understand material and energy flows and evaluate the efficiency of resource use and potential material losses generated during the production process.

Data Collection

The primary data in this study were collected through structured online interviews conducted on October 29, 2025, with the production manager, procurement staff, and production workers at a home-scale white bread bakery production. The interviews were conducted via online communication platforms, such as WhatsApp Chat, depending on the respondents' availability and convenience. The information obtained covered various aspects of the production process, including the types and quantities of raw materials (such as flour, sugar, eggs, butter, and other additives), energy and water

consumption at each production stage, types and quantities of waste generated (solid, liquid, and packaging), and the types of packaging materials and product distribution systems. In addition to the primary data, secondary data were collected from the literature, industrial reports, and online databases to complement and verify the technical information required for the Material Flow Analysis (MFA).

Goal and Scope

The goal of this Material Flow Analysis (MFA) study is to assess the sustainability of bread production through a systematic analysis of material and energy flows in a "gate-to-gate" model. The inventory data was based on inputs such as wheat flour, water, yeast, sugar, salt, oil, and electricity, while the outputs included bread, wastewater, solid residues, and air emissions. The scope of this study covers all stages in the production of bread, ranging from the receipt of raw materials, mixing, fermentation, baking, cooling, and packaging, until the bread is ready for distribution.

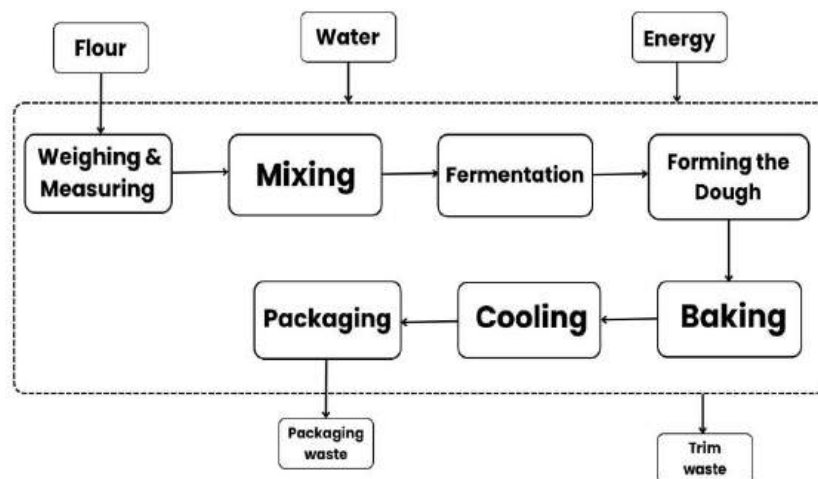


Figure 1. System Boundary of The Study

System Boundary

The system boundary of the bread production model covers all unit processes using a gate-to-gate approach, which can be grouped as follows: receipt and storage of raw materials, mixing and kneading, fermentation, baking, cooling, and packaging. These processes account for the main flows of materials and energy, as well as the generation

of residues and emissions within the production system.

Emission Estimation Assumption

CO₂ emissions from electricity use were estimated by multiplying the amount of electrical energy consumed during the process by the average grid emission factor. For example, the average CO₂ emission factor for electricity supplied from the Indonesian grid

is approximately 0.785 kg CO₂/kWh of electricity generated, reflecting the carbon intensity of the national electricity mix, with a significant contribution from fossil fuel generation (Climatiq, 2025). Similarly, CO₂ emissions from oven fuel use were estimated by multiplying the amount of Liquefied Petroleum Gas (LPG) consumed during baking with an emission factor derived from national energy statistics, where LPG combustion corresponds to an average emission factor of 65.41 kg CO₂/TJ of energy content, equivalent to approximately 3 kg CO₂/kg of LPG when converted using its net calorific value (Kementerian ESDM, 2017). The steam waste generated during the cooling stage was not estimated using emission factors, as it did not originate from fuel combustion or energy use. Instead, it was quantified using a material flow and mass balance approach, where the reduction in product mass between the end of baking and the end of cooling was assumed to represent the moisture released as water vapor. This assumption is consistent with the food engineering and baking process literature, which identifies evaporative moisture loss as the dominant mechanism of mass reduction during cooling. No direct steam flow measurements were conducted, and all estimated steam losses were reconciled through mass balance closure within the material flow model.

RESULT

Functional Unit

The functional unit in this study was defined as 135 kg/day of bread ready for shipping.

Material Flow Model

In a home-scale white bread bakery production, the Material Flow Model illustrates the movement of raw materials throughout the entire production process. This diagram shows each stage, starting with weighing and measuring raw materials, followed by mixing, fermentation, shaping, baking, cooling, and packaging. Each stage of the process shows the inputs, outputs, and corresponding waste streams, such as flour residue, eggshell waste, CO₂ emissions, trimmings, and packaging waste. This model

provides an overview of how materials are transformed and utilized during production, enabling the identification of potential inefficiencies and material losses that may occur throughout the process of production.

The home-scale white bread production process consists of several sequential stages that transform raw materials into finished products. The process begins with weighing and measuring, where all ingredients, such as flour, sugar, salt, yeast, oil, butter, eggs, and water, are measured precisely according to the production formula. Accurate measurements at this stage are crucial to ensure product consistency and quality. Small material losses, such as flour residue and eggshell waste, may occur during the process.

After weighing, the ingredients proceed to the mixing stage, where all ingredients are mixed to form a homogeneous dough. The mixing process ensures that yeast and other components are evenly distributed throughout the mixture. Minor material losses may occur because of the dough sticking to the mixing equipment, whereas CO₂ emissions may occur naturally because of yeast activation. The next stage is fermentation, where the dough is left to rest for a certain period to allow yeast activity and gas formation to occur. This stage significantly affects the texture, volume, and softness of bread, with CO₂ emissions being a natural byproduct of the process.

After fermentation is complete, the dough moves on to the shaping stage, where it is formed into the desired shape. At this stage, waste scraps are often produced as excess dough is discarded to achieve a uniform size and shape. The shaped dough then enters the baking stage, where it is baked at a controlled temperature until fully cooked. This process produces exhaust gas and water vapor emissions, which are part of the energy and material flow during production.

After baking, the bread was cooled at room temperature to stabilize its structure and prevent condensation during packaging. This stage also produces a small amount of waste steam. Finally, the cooled bread is sent to the packaging stage, where it is wrapped in paper to maintain its quality during storage and distribution. Packaging activities can generate waste from cutting materials and sealing processes. Overall, these stages describe the

complete material flow from raw materials to finished bread, providing a basis for analyzing

efficiency and identifying potential material losses in the production system.

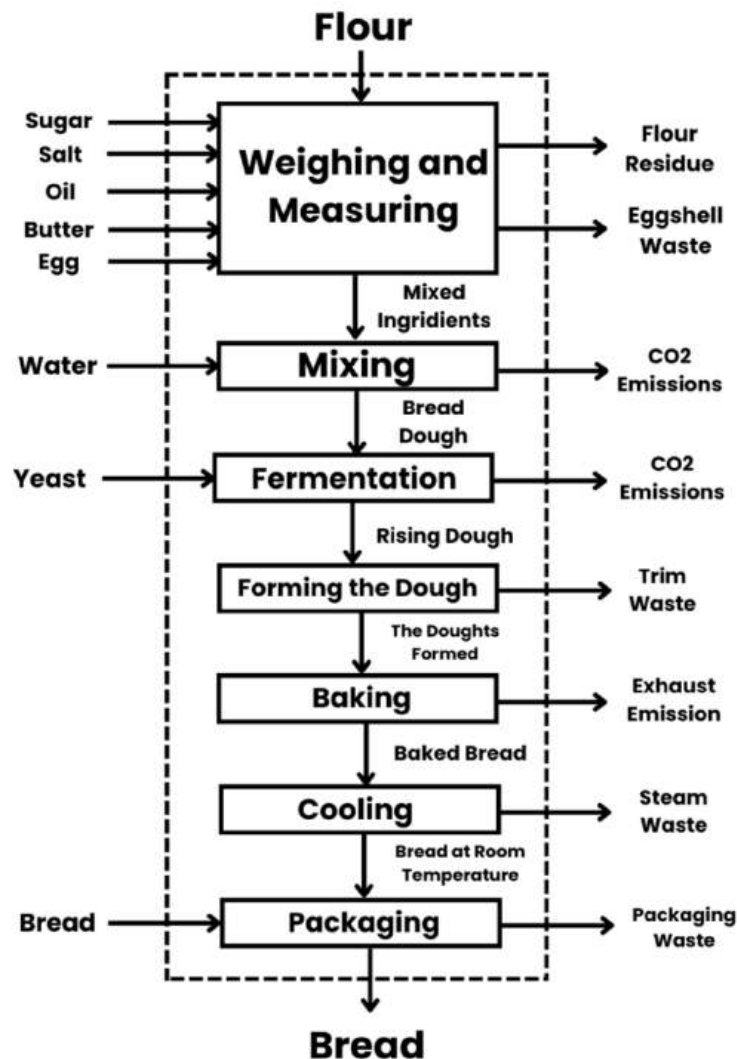


Figure 2. Material Flow Model of Bread Production

Material Balance

To provide a clear understanding of the material flows in the bread production system, a mass balance assessment was conducted across all unit operations involved in daily processing (Laurence et al., 2018). This analysis quantifies the transformation of raw materials into intermediate and final products. It also identifies waste and emissions generation at each stage. The evaluation includes seven sequential processes: weighing and measuring the ingredients, mixing, fermenting, dough forming, baking, cooling, and packaging. For each unit operation, all material inputs and outputs were recorded and reconciled to ensure consistency and accuracy

in the overall production flow. The resulting mass balance, summarized in Table 1, offers a detailed view of the material conversion efficiency and loss distribution. This forms a critical basis for further environmental assessment, process improvement, and resource management in the bakery production line.

The overall mass balance for the bread production process was compiled to provide a consolidated representation of all material inputs and outputs across the entire processing sequence (Vistanty et al., 2020). This table integrates the cumulative quantities recorded at each unit operation including weighing, mixing, fermentation, baking, cooling, and

packaging into a single comprehensive framework. By summarizing the transformation of raw materials into final products, by-products, and process-related losses, the

overall mass balance enables a systematic evaluation of material flows and the efficiency of resource utilization throughout the production cycle (Li et al., 2020).

Table 1. Mass Balance for Unit Process

No.	Input		No.	Output	
	Material	Quantity (kg/d)		Material	Quantity (kg/d)
Weighing and Measuring					
1	Flour	85.210	1	Flour Residue	0.015
2	Sugar	4.260	2	Eggshell Waste	0.30
3	Salt	1.740	3	Mixed Ingredients	95.615
4	Oil	1.400			
5	Butter	1.320			
6	Egg	2.000			
Total		95.930			95.930
Mixing					
1	Mixed Ingredients	95.615	1	CO ₂ Emission	3.800
2	Water	52.330	2	Bread Dough	144.150
Total					
Fermentation					
1	Bread Dough	144.150	1	CO ₂ Emission	3.800
2	Yeast	1.740	2	Rising Dough	142.100
Total		145.900			145.900
Forming the dough					
1	Forming the Dough	142.100	1	Trim Waste	3.000
			2	The Dough is Formed	139.100
Total		142.100			142.100
Baking					
1	Baking	139.100	1	Exhaust Emission	2.400
			2	Baked Bread	136.700
Total		139.100			139.100
Cooling					
1	Cooling	136.700	1	Steam Waste	1.700
			2	Bread at room	135.000
Total		136.700			
Packaging					
1	Bread	135.000	1	Bread	135.000
2	Paper packaging	0.550	2	Paper Packaging	0.500
Total		135.500	Total		135.500

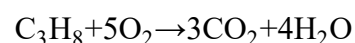
CO₂ emissions from the mixing and fermentation processes were calculated using an electricity-based emission factor approach to verify the values reported in the material mass balance table. The Indonesian electricity grid emission factor was assumed to be 0.785 kg CO₂ per kWh. The equivalent electricity consumption was obtained by back calculating the reported CO₂ emissions as follows:

$$\text{Electricity use} = \text{Emission Factor} \times \text{Consumption (kWh)}$$

$$\text{Electricity use} = 0.785 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} \times 4.84 \text{ kWh} = 3.8 \text{ kg CO}_2$$

This electricity demand is consistent with typical power requirements for industrial dough mixers and fermentation systems, confirming the plausibility of the reported CO₂ emissions.

Exhaust CO₂ emissions from the baking process were calculated using a stoichiometric combustion approach for liquefied petroleum gas (LPG), which was approximated as propane (C₃H₈). The complete combustion reaction is expressed as:



Based on molar masses ($C_3H_8 = 44$ g/mol; $CO_2 = 44$ g/mol), the reaction indicates that 1 kg of LPG produces approximately 3 kg of CO_2 . Therefore, the LPG consumption corresponding to the reported exhaust emission was calculated as:

$$\begin{aligned} \text{LPG} &= \text{Emission Factor} \times \text{Consumption} \\ \text{LPG} &= 3 \text{ kg } CO_2 \times 0.8 \text{ kg LPG} = 2.4 \text{ kg } CO_2 \end{aligned}$$

This result is consistent with the national emission factor issued by the Indonesian Ministry of Energy and Mineral Resources, validating the reported exhaust CO_2 emissions.

Steam waste generated during the cooling stage was calculated using a mass

balanced approach. The amount of steam released was determined as the difference between the mass of baked bread entering the cooling stage and the mass of bread after cooling:

$$\begin{aligned} m_{\text{steam}} &= m_{\text{in}} - m_{\text{out}} \\ m_{\text{steam}} &= 136.7 \text{ kg} - 135.0 \text{ kg} = 1.7 \text{ kg} \end{aligned}$$

As no trimming or material removal occurs during cooling, this mass reduction was assumed to represent moisture released as water vapor. The calculation confirms the internal consistency of the material flow model.

Table 2. Overall Mass Balance

No.	Input		No.	Output	
	Material	Quantity (kg/d)		Material	Quantity (kg/d)
1	Flour	85.210	1	Finished Bread (Packaged)	135.000
2	Water	52.330	2	Packaging	0.500
3	Sugar	4.260	3	Organic Waste	5.015
4	Salt	1.740	4	Emission/Vapor	10.000
5	Yeast	1.740			
6	Oil	1.400			
7	Butter	1.320			
8	Egg	2.000			
Total		150.000	Total		150.515

The total output derived from the overall mass balance does not fully match the initial 150 kg of input, resulting in a minor discrepancy of approximately 0.515 kg. Such deviations are common in mass balance assessments and are attributable to several factors, including rounding adjustments during intermediate calculations, small unquantified losses that occur during material handling, and moisture evaporation that is not explicitly measured. Variations in CO_2 release during fermentation and water vapor loss during baking or cooling may also contribute to marginal differences in recorded mass. Given the scale of the process and the inherent limitations of measurement precision, the observed imbalance is considered acceptable and does not compromise the reliability of the overall material flow evaluation.

DISCUSSION

Based on the application of the Material Flow Analysis (MFA) framework, this study

successfully established a comprehensive and balanced mass balance for the entire bread production system, confirming the validity of the fundamental principle of mass conservation. This analysis reveals the structure of material flows by identifying four main components of the system (Qu et al., 2021; Nurjana et al., 2025). First, the input sources consisting of raw materials (flour, water, sugar, salt, yeast, oil, butter, egg) with precise quantification. Second, the chain of transformation processes consists of interconnected unit operations, namely weighting & measuring, mixing, fermentation, forming, baking, cooling, and packaging. Third, the economically valuable output flows (products), in the form of packaged bread as the system output. Fourth, the non-desirable output flows (residual flows), which include gas emissions (CO_2 from fermentation, exhaust from baking, steam from cooling) and solid waste (eggshell waste, flour residue, and dough trim waste).

Quantification at each process node shows that the largest mass loss occurs in the form of CO₂ emissions during the fermentation stage, which is a direct consequence of the biochemical processes involving yeast metabolism. Meanwhile, the generated solid waste, such as trim waste, indicates an opportunity for improving material efficiency through optimization of the forming process. Thus, MFA does not only serve as a tool for verifying compliance with the mass principle but further acts as a powerful diagnostic instrument for mapping material efficiency, quantifying waste generation at each critical stage, and providing an empirical basis for formulating process optimization strategies towards cleaner production and a circular economy in the food industry (Ren, 2018).

To ensure analytical transparency in evaluating the production system, each eco-efficiency indicator in this study is calculated using standardized formulas that represent the

relationship between total inputs, final outputs, and material losses. The Total CO₂ Emissions indicator specifically accounts for emissions generated during key production stages, namely the mixing, fermentation, and baking processes. Meanwhile, the Non-Product Output Ratio (NPOR) captures all forms of material losses that do not contribute to the final product, including emissions, energy waste such as steam loss, solid waste such as eggshells and trim waste, as well as handling residues such as flour residue accumulated during processing. The formula used to calculate each indicator includes:

$$\text{Emission/Vapor} = \frac{\text{Emission/Vapor (kg)}}{\text{Total Input (kg)}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Organic Waste} = \frac{\text{Organic Waste (kg)}}{\text{Total Input (kg)}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{NPOR} = \frac{\text{Total Non-Product Output (kg)}}{\text{Total Input (kg)}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Product Yield} = \frac{\text{Finished Bread (kg)}}{\text{Total Input (kg)}} \times 100\% \quad (4)$$

NOPR = Non-Product Output Ratio

Tabel 3. Calculation of Eco-efficiency Indicators

Indicators	Calculation	Result (%)
Emission/Vapor	$\frac{10 \text{ kg}}{150 \text{ kg}} \times 100\%$	6.67
Organic Waste	$\frac{5.015 \text{ kg}}{150 \text{ kg}} \times 100\%$	3.34
Non-Product Output Ratio (NPOR)	$\frac{15.015 \text{ kg}}{150 \text{ kg}} \times 100\%$	10.01
Product yield	$\frac{135 \text{ kg}}{150 \text{ kg}} \times 100\%$	90.00

As shown in Table 3, the emission/vapor ratio of 6.67% indicates that only a small fraction of the total input is released as emission-related output during the mixing, fermentation, and baking stages. The Non-Product Output Ratio (NPOR), calculated at 10.01%, reflects the combined contribution of CO₂ emissions, steam waste, eggshell waste, trim waste, flour handling residues also the packaging. The Organic Waste, calculated at 3.34%, there is contribution of steam waste, trim waste, eggshell waste and flour residue. This value is comparable to findings from MFA and MFCA assessments in the bakery sector, where non-product outputs typically range between 8–15% of total input depending on process

efficiency and waste-handling practices (Yoddee and Chompu-inwai, 2023). For instance, a Material Flow Cost Accounting (MFCA) study on bread production in Thailand reported material losses of approximately 11.3%, dominated by dough trimming, baking losses, and handling residues. The NPOR in this study is slightly lower than that range, suggesting relatively effective waste management and controlled processing conditions.

The Product Yield of 90% fall within the efficiency range reported in previous MFA/MFCA evaluations of bakery operations, where yields between 85–92% are commonly observed (Tran and Herzig, 2020; Yoddee and Chompu-inwai, 2023). The

slightly higher yield in this study indicates that most raw materials are successfully converted into final output, with minimal losses during handling and processing. This performance may be attributed to consistent dough portioning, reduced trimming waste, and efficient material handling. These results collectively demonstrate that the production process analyzed in this study achieves strong material conversion efficiency with relatively low non-product output compared to reported ranges in existing Material Flow Analysis studies within bakery industries (Todd and Faour-Klingbeil, 2024).

Beyond the quantitative indicators, the MFA results also highlight how closely process control and shop-floor practices influence overall eco-efficiency in home-scale bakery production. The relatively low Non-Product Output Ratio indicates that simple operational measures, such as careful weighing, disciplined handling of dough, and standardized baking times, already contribute significantly to minimizing material losses without requiring major technological investments.

At the same time, the identified loss streams, especially trim waste, eggshells, flour residue, and evaporative losses during baking and cooling represent tangible entry points for future cleaner production initiatives. For example, trim waste can potentially be reincorporated into new dough within safe quality limits, eggshells can be valorized as calcium-rich material for other applications, and flour residues may be reduced through improved housekeeping or captured for secondary use. By systematically linking each loss category to a realistic improvement option, MFA evolves from a diagnostic tool into a practical roadmap for incremental process optimization in small and medium-sized food enterprises.

Furthermore, situating this case study within the broader context of Indonesia's urban food system underscores the strategic value of MFA for local policy and SME support programs. The approach can be replicated in other micro and small bakeries to generate comparable indicators, enabling benchmarking of material efficiency and supporting targeted capacity-building efforts on waste reduction and resource conservation.

In the long term, integrating MFA outcomes with economic and social metrics can help decision-makers design interventions that are not only environmentally sound but also financially viable and socially acceptable for home-scale producers in rapidly growing cities such as Surabaya.

This study has several limitations that should be acknowledged. First, the research was conducted at a single bakery, representing a single case study; therefore, the findings may not be fully generalizable to other bakeries with different production scales, technologies, or operational practices. Second, the primary data was collected through interviews with production staff, which may introduce self-reporting bias due to estimation errors or subjective responses. Third, this study focused exclusively on material flow analysis (MFA) and did not include an energy analysis or a full life cycle assessment (cradle-to-gate). As a result, the environmental implications discussed are limited to material flows and process-related losses, and do not represent the overall environmental impact of bread production.

CONCLUSION

The efficiency evaluation showed that the home-scale white bread bakery operated with strong material performance, with a Product Yield of 90%, which indicates that most of the raw materials are successfully converted into finished bread. While a Non-Product Output Ratio of 10.01% and an emission/vapor ratio of 6.67% reveal that the majority of losses occur naturally during fermentation, baking, and cooling, with smaller solid losses originating from weighing, mixing, and forming steps. The performance of the bakery is comparable to the industry norms.

REFERENCES

- Al-Hakkak, J., Al-Hakkak, F., 2010. Functional egg white-pectin conjugates prepared by controlled Maillard reaction. *Journal of Food Engineering* 100(1), 152–159. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2010.03.040>

- BPS, 2023. Statistik Penyediaan Makanan dan Minuman 2023. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- BSN, 1995. SNI 01-3840-1995 Roti. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Brostow, W., Chetuya, N., Hnatchuk, N., Uygunoglu, T., 2016. Reinforcing concrete: comparison of filler effects. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2243–2248.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2015.09.105>
- Brown, C., Waldron, S., 2013. Agrarian change, agricultural modernization and the modelling of agricultural households in Tibet. *Agricultural Systems* 115, 83–94.
<https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2012.09.008>
- Climatiq, 2025. Emission Factor: Electricity Supplied from Grid in Indonesia. <https://www.climatiq.io/data/emission-factor/de2ea62f-c1dc-43f2-8dd3-d6e7c884516a> [2 December 2025]
- Denham, F.C., Biswas, W.K., Solah, V.A., Howieson, J.R., 2016. Greenhouse gas emissions from a Western Australian finfish supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2079–2087.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2014.11.080>
- Farahdiba, A.U., Franciscus, Y., Yuniarto, A., Hermana, J., 2024. Food Waste Flows for Energy Recovery: A Material Flow Analysis Approach in Urban Cities of Indonesia (Study Case: Surabaya City). *Evergreen* 11(3), 2728–2741.
<https://doi.org/10.5109/7236912>
- Kementerian ESDM, 2017. Kajian Penggunaan Faktor Emisi Lokal (Tier 2) dalam Inventarisasi GRK Sektor Energi. Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- Laurence, Hartono, N., Christiani, A., 2018. Case study of life cycle assessment in bread production process. *The 2nd Internasional Conference on Eco Engineering Development* 2018 (ICEED 2018). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 195, 012043. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/195/1/012043>
- Li, W.J., Liu, X., Wang, J.Z., Wu, J.X., Sheng, S., Wu, F.A., Wang, J., 2020. Synthesis and characterization of structural lipids with a balanced ratio of n-6/n-3 from mulberry seed oil and α -linolenic acid using a microfluidic enzyme reactor. *Food and Bioproducts Processing*, 120, 21–32.
<https://doi.org/10.1016/J.FBP.2019.12.008>
- Manik, Y.B.S., Putri, B.M., Arsanti, A., Sarmiento, A.P., 2025. Life cycle assessment of indonesian traditional food: A case study of Lumpia Semarang. *Food ScienTech Journal* 7(2), 205–216.
<https://doi.org/10.33512/fsj.v7i2.31940>
- Mesta-Corral, M., Gómez-García, R., Balagurusamy, N., Torres-León, C., Hernández-Almanza, A.Y., 2024. Technological and nutritional aspects of bread production: An overview of current status and future challenges. *Foods* 13(13), 2062.
<https://doi.org/10.3390/foods13132062>
- Musyarofa, A.A.S., Nuraeni, M.I., Rohmania, Q., Asyiah, I.N., Nuriman, 2025. Analisis Produksi bersih berbasis *Life Cycle Assessment* (LCA) pada industri tahu di Lumajang. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA* 7(1), 136–146.
<https://doi.org/10.29100/v7i1.5887>
- Nurjana, A., Rasyid, A., Uloli, H., 2025. Minimasi waste pada proses produksi roti menggunakan metode value stream mapping di UMKM Massemopo Bakery. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)* 8(1), 32–41.
<https://doi.org/10.31004/jutin.v8i1.36173>
- Poh, S.I., Hendrawan, B., 2013. Perilaku konsumsi dan faktor-faktor yang mempengaruhi masyarakat Surabaya dalam mengkonsumsi produk-produk pastry dan bakery. *Jurnal Hospitality dan Manajemen Jasa* 1(1), p.16.
<https://media.neliti.com/media/publicati>

- ons/82500-ID-perilaku-konsumsi-dan-faktor-faktor-yang.pdf
- Qu, Z., Tang, Z., Liu, F., Sablani, S. S., Ross, C.F., Sankaran, S., Tang, J., 2021. Quality of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) influenced by microwave and hot water pasteurization. *Food Control*, 124, 107936. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2021.107936>
- Ren, J., 2018. Multi-criteria decision making for the prioritization of energy systems under uncertainties after life cycle sustainability assessment. *Sustainable Production and Consumption* 16, 45–57. <https://doi.org/10.1016/J.SPC.2018.06.005>
- Suflani, S., Komarudin, M.F., Suganda, A., Purwatisari, A., Rezky, R.P.O., Amri, S., Darmawan, M.R.N., Andini, A., 2024. Peningkatan kreativitas dan inovasi dalam pengemasan roti bagi UMKM di Kelurahan Sawah Luhur Kecamatan Kasemen Kota Serang. *Indonesian Journal of Engagement, Community Services, Empowerment and Development* 4(2), 244-254. <https://doi.org/10.53067/ijecsed.v4i2>
- Todd, E.C.D., Faour-Klingbeil, D., 2024. Impact of food waste on society, specifically at retail and foodservice levels in developed and developing countries. *Foods* 13(13), 2098. <https://doi.org/10.3390/foods13132098>
- Tran, T.T., Herzig, C., 2020. Material flow cost accounting in developing countries: A systematic review. *Sustainability* 12(13), 5431. <https://doi.org/10.3390/su12135413>
- Vistanty, H., Malik, R.A., Mukimin, A., 2020. Performance of a full-scale anaerobic digestion on bakery wastewater treatment: Effect of modified distribution system. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* 11(1), 12-18. <https://doi.org/10.21771/jrtppi.2020.v11.no1.p12-18>
- Yoddee, B., Chompu-inwai, R., 2023. Loss analysis in bread production process using material flow cost accounting technique. *MATTER: International Journal of Science and Technology* 9, 85–100. <https://doi.org/10.20319/mijst.2023.9.85100>

EVALUATION OF PRODUCTION EFFICIENCY AND WASTE MANAGEMENT IN THE PAK IMAM TOFU AND TEMPEH INDUSTRY USING CLEANER PRODUCTION METHODS

Evaluasi Efisiensi Produksi dan Pengelolaan Limbah di Industri Tahu dan Tempe Pak Imam Menggunakan Metode Produksi Yang Lebih Bersih

Zuhrotul Mujayyanah^{1*}, Erdi Suroso², Tanto Pratondo Utomo², Suharyono², Sri Hidayati², Melda Nurmaisari³

¹Plantation Production and Industrial Management, Department of Plantation Crop Cultivation, Lampung State Polytechnic, Bandar Lampung

²Agricultural Industrial Technology, Faculty of Agriculture, University of Lampung, Bandar Lampung

³Agricultural Product Technology, Faculty of Agriculture, Mulawarman University, Samarinda

*)Corresponding Author: muzayyanah@polinela.ac.id.

Submitted: 3.11.2025; Revised: 15.12.2025; Accepted: 10.1.2026; Published: 2.4.2026

ABSTRACT

The Imam's tofu and tempeh industry in Central Lampung Regency produces two main types of products: tofu and tempeh. Additionally, the industry processes tofu dregs into a third product, gembus tempeh. This study aimed to identify the production performance and waste management of Imam's tofu and tempeh industry using the quick scan method. The data used are in the form of primary data and secondary data. The data obtained are presented in the form of mass balances and graphs. The research results show that improvements need to be made in the aspects of technology, management, production processes, and waste management. Water consumption in the Pak Imam industry is still relatively high, that is, 2,251.68 liters per day. This has an impact on the high volume of waste produced, which is 2,119.98 liters per day. Potential waste that has not been optimally utilized is found in the crushing stage (tempeh production) and extraction stage (tofu production). It is necessary to carry out maintenance on waste storage ponds due to silting. In addition, there are problems with the cleanliness of the place and equipment, so that the resulting product is less hygienic.

Keywords: Quick scan method, tofu, tempeh, tempeh gembus

ABSTRAK

Industri tahu dan tempe Imam di Kabupaten Lampung Tengah, menghasilkan 2 jenis produk utama, yaitu tahu dan tempe. Selain itu, industri mengolah ampas tahu menjadi produk ketiga yang disebut gembus tempe. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kinerja produksi dan pengelolaan limbah industri tahu dan tempe Imam dengan menggunakan metode quick scan. Data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk timbangan massa dan grafik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlu dilakukan perbaikan dalam aspek teknologi, manajemen, proses produksi, dan pengelolaan sampah. Konsumsi air di industri Imam masih tergolong tinggi, yaitu 2.251,68 liter per hari. Hal ini berdampak pada tingginya volume sampah yang dihasilkan, yaitu 2.119,98 liter per hari. Potensi limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal ditemukan pada tahap penghancuran (produksi tempe) dan tahap ekstraksi (produksi tahu). Penting untuk melakukan pemeliharaan pada kolam penyimpanan limbah karena pendangkalan. Selain itu, ada masalah dengan kebersihan tempat dan peralatan, sehingga produk yang dihasilkan kurang higienis.

Kata kunci: Metode quick scan, tahu, tempe, tempe gembus

INTRODUCTION

Global warming is an environmental issue whose negative impacts have increased in recent years (IPCC, 2023). In developing countries such as Indonesia, environmental problems caused by waste have not been fully resolved. Industrial activity is one of the sources of these emissions. This phenomenon arises from various human activities, including vehicle exhaust fumes, household chores, agriculture, industrial activities, and other activities with similar impacts (Kurniawan et al., 2024). Waste produced by industrial activities affects water, land, and air (Ditia, 2024). Indonesia has various types of industrial activities, one of which is much sought after and pursued by the community, namely, the tofu and tempeh industry.

In 2020, the number of tofu industries in Indonesia reached 160,000, and the number of tempeh industries reached 115,000 (Central Statistics Agency, 2020). The Central Statistics Agency (2024) stated that the average per capita consumption of tofu and tempeh from 2021 to 2024 was 4.18 and 3.91 kg, respectively. The high number of tofu and tempeh industries in Indonesia due to increasing consumer interest has the potential to cause industrial problems such as waste management. Environmental problems resulting from tofu and tempeh production in Indonesia are partly due to the industry players' low understanding of the importance of waste management, resulting in various environmental problems (Karimuna et al., 2025). Efforts are needed to improve industrial performance related to the production process and handling of environmental pollution that may arise in the future.

One effort that can be made to address the impact of pollution resulting from industrial activities is to implement cleaner production. Cleaner production is a preventive and integrated environmental management strategy that is implemented continuously throughout the production process and product life cycle to reduce risks to humans and the environment (UNIDO-UNEP, 2008; Morssy, 2007). Cleaner production methods have been proven to reduce resource use during the process and save costs, thereby

increasing the profits. Khuriyati et al. (2015) reported that implementing clean production in food industry "Cracker" can save water usage by 22.4%, namely from 515 L to 401.5 L. Another application is in the cassava chips industry as reported by Rahmadyanti and Andre (2016), who showed that reusing cooking oil can save IDR 27,657,600 per year. In addition to process modifications, proper industrial waste management can transform waste into high-value products and reduce energy costs. Furthermore, Wattansilp et al. (2021) reported that processing cassava industrial wastewater into biogas can reduce costs by as much as 50% of the total energy requirement.

The aforementioned examples of cleaner production implementation demonstrate that clean production methods can help address environmental problems caused by industrial activities. Therefore, this study was conducted to evaluate the production process and waste management at the Imam tofu and tempeh industry located in Bumi Nabung Baru Village, Bumi Nabung District, Central Lampung Regency, Indonesia.

MATERIALS AND METHODS

Location and Time of Research

This research was conducted at Pak Imam tempeh and tofu production, located in Bumi Nabung Baru Village, Bumi Nabung Subdistrict, Lampung Tengah Regency, Lampung Province, from August to October 2022. Analysis was carried out in the ANALYSIS Laboratory, Lampung State Polytechnic, and Agricultural Technology Laboratory, Lampung University.

Data Collection

The types of data used in this study include primary and secondary data. Primary data were obtained through direct interviews with tofu and tempeh industry owners and through on-site observations. The primary data in this study consisted of the production process, amount of raw materials, energy used to produce tofu and tempeh per day, and the sources, water usage, and characteristics of liquid waste. The environmental conditions of production and industrial wastewater management served as the primary data. Secondary data were obtained from scientific

journals, documents, and direct reports from authorized agencies/institutions related to the commodities being studied.

Data Analysis

The data obtained were processed using descriptive methods, namely, in the form of mass balances and diagrams. Data calculations were performed using Microsoft Excel.

Research Stages

Problem Identification

A quick scan was used to identify problems in the industry. The stages of the quick scan method start from preparation, which includes collecting information and data, followed by carrying out a quick scan (interviews and tours of industrial facilities using a checklist), conducting data evaluation (flow diagrams, summary of production processes, materials, and energy), and finally, preparing a summary report.

Source Problem Identification

Identification of the source of problems in the tofu and tempeh industry was carried out by examining five production factors: materials or raw materials, technology, management, products, and waste. The causes of waste generation are shown in Figure 1.

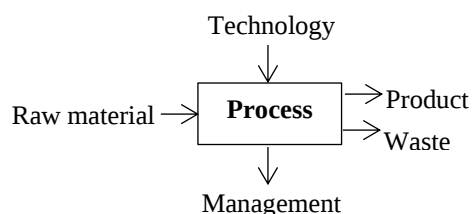


Figure 1. Identification of causes: Five things that cause waste to arise (Bantacut and Zulaikha, 2019).

RESULTS AND DISCUSSION

Industry Overview

Production capacity Imam tofu and tempeh industry ranges from 35 kg to 50 kg per day. The main products are tofu and tempeh. Approximately 32.40 kg, or approximately 33% of the total tofu dregs produced, are processed into gembus tempeh. The brand of the raw material is BOLA, which was obtained from the sales agent. The water resources used for production come from dug

wells. The cooking process was carried out using a traditional wood-fired stove.

The industrial site is located near a residential area. To the south are residents, to the north is land owned by residents for cultivation, and to the east is a main road. All production and distribution activities were performed by three workers. The industry owner manages the entire production process personally, except for the fermentation and packaging of both tempeh and tempeh gembus, which are handled by one dedicated worker. Product distribution is performed by one worker, who is the owner's wife. Products are sold through registered stores, and the industry also handles special orders.

Imam's tofu and tempeh industry operates under three production capacities: low, normal, and high. Each type is determined daily based on the estimated supply needs for tofu, tempeh, and tempeh gembus at each store. The low production capacity is 35 kg per day, split into 19 kg of tempeh and 16 kg of tofu. The normal production capacity is 43 kg per day, with 24 kg of tempeh and 19 kg of tofu. The high production capacity is 50 kg per day, consisting of 30 kg of tempeh and 20 kg of tofu.

Tempeh produces only one type of waste because solid waste is included in tempeh products, including the rinds of soybeans. Tofu production generates liquid and solid waste in the form of soybean dregs. The last byproduct of tempeh Gembus is liquid waste. All liquid waste produced by tofu, tempeh, and tempeh gembus flows into a single waste storage pit. Half of the solid waste is used to produce tempeh gembus and animal feeds. The conditions of tofu and tempeh production by Pak Imam's industry are presented in Figure 2.

Tofu Production

Input material as soybean to produce tofu that is as much as 19 kg (normal production). The addition of water at this stage facilitated the machine's grinding of the soybeans. The resulting soybean porridge was divided into 12 cooking stages. The tofu production process can be seen in Figure 3.

Extraction was performed by flowing water through a sprinkler on the soybean

porridge placed on a filter cloth. The water needed for 1 filtering process is 37.64 L, so the total water needed for 12 filtering processes is 451.68 L.



Figure 2. Tofu and tempeh production by Pak Imam's Tofu-Tempeh Industry production

The process of cooking soybean porridge and final boiling is carried out in a stove made by hand from red bricks with a single hole type with a diameter of 58 cm and a height of 40 cm, while the frying process is carried out in a stove with the same raw materials and size but has 2 holes. This is because the frying process was carried out twice, starting from the rear stove and the final frying on the front stove. The fuel used is firewood and the resulting boiling temperature is $\pm 100^{\circ}\text{C}$.

Tempeh Production

The rolling process is still performed manually using the feet, which produces solid waste in the form of soybean skin. The owner has used machines in the rolling process, but consumers prefer the taste of tempeh made using manual techniques (using their feet). Soybean skin from the rolling process is included in the tempeh product; therefore, this stage does not produce solid waste. The mass balance of tempeh production is shown in Figure 4.

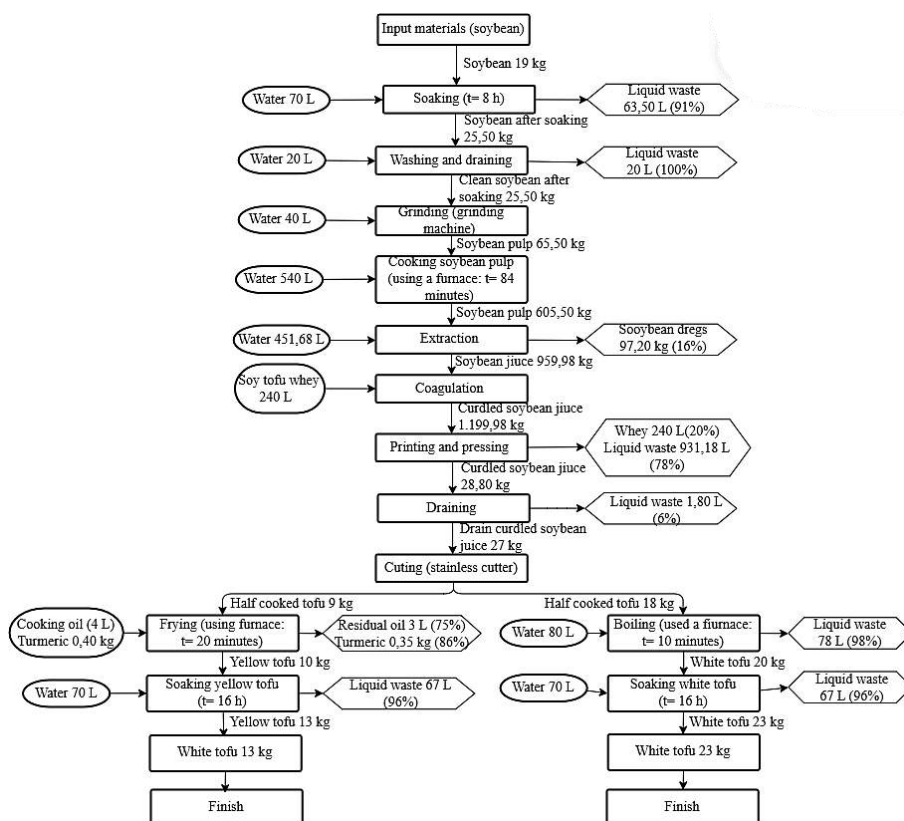


Figure 3. Mass balance of the tofu production process

In addition to tempeh and tofu, the industry also processes tofu byproducts, that is, dregs, into tempeh gembus. The gembus processing capacity is 32.40 kg of tofu dregs per day. Tempeh gembus production is different from tofu and tempeh production, with only three to four batches per week.

The raw material for tempeh gembus is the residue left over from soybean pulp extraction, consisting of soybean skins and seeds. The pressing process is still done manually start from soaking, washing, pressing 1 and 2, cooking, cooling, packing, and fermentation.

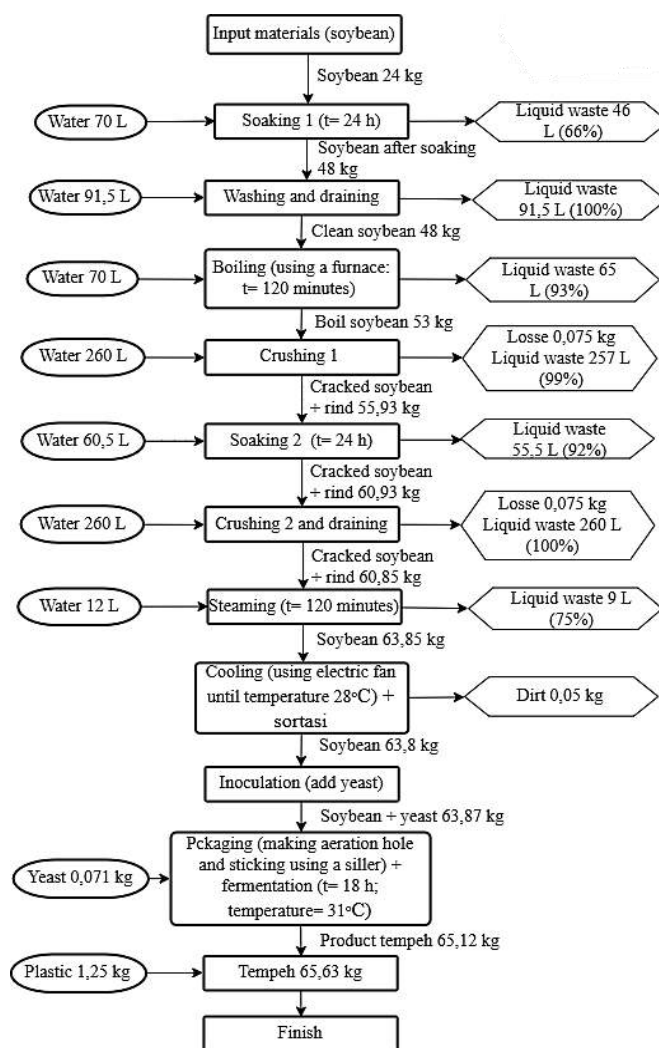


Figure 4. Mass balance of the tempeh production process

Identification of Water Use Efficiency

In general, the most commonly used auxiliary material in tofu and tempeh production is water. The water source for the tofu and tempeh production processes was dug wells. The overall water usage in the production processes of tofu, tempeh, and gembus tempeh is shown in Figure 5a.

The water usage per kg of raw material in tofu production was 69.68 L, tempeh 34.33 L, and gembus tempeh 2.65 L. Overall, the total water usage for these three products was

2,251.68 L/day at normal production capacity.

Waste Identification

Two types of waste are generally generated during the production process: solid and liquid waste. According to Sari and Rahmawati (2020) and Pambudi et al. (2021), liquid waste generated from the tempeh and tofu production process has the potential to cause pollution because of parameters such as COD, BOD, TSS, and pH that do not meet

quality standards. Waste production during tempeh production is shown in Figure 5b.

Overall, the total waste produced in the production of 24 kg capacity tempeh was 784 kg. The second soaking process used a more concentrated waste than the first one. This is because the soybeans in the second soaking process were boiled first, making the soybean structure softer. According to Sari

and Rahmawati (2020), the liquid waste produced from the soaking process after boiling and breaking down the soybeans contains 0.20 g protein, 1.47 g carbohydrate, and 0.02 g fat. In general, waste generated from food production contains several organic substances, such as proteins, fats, and carbohydrates (Khedkar and Singh, 2015).

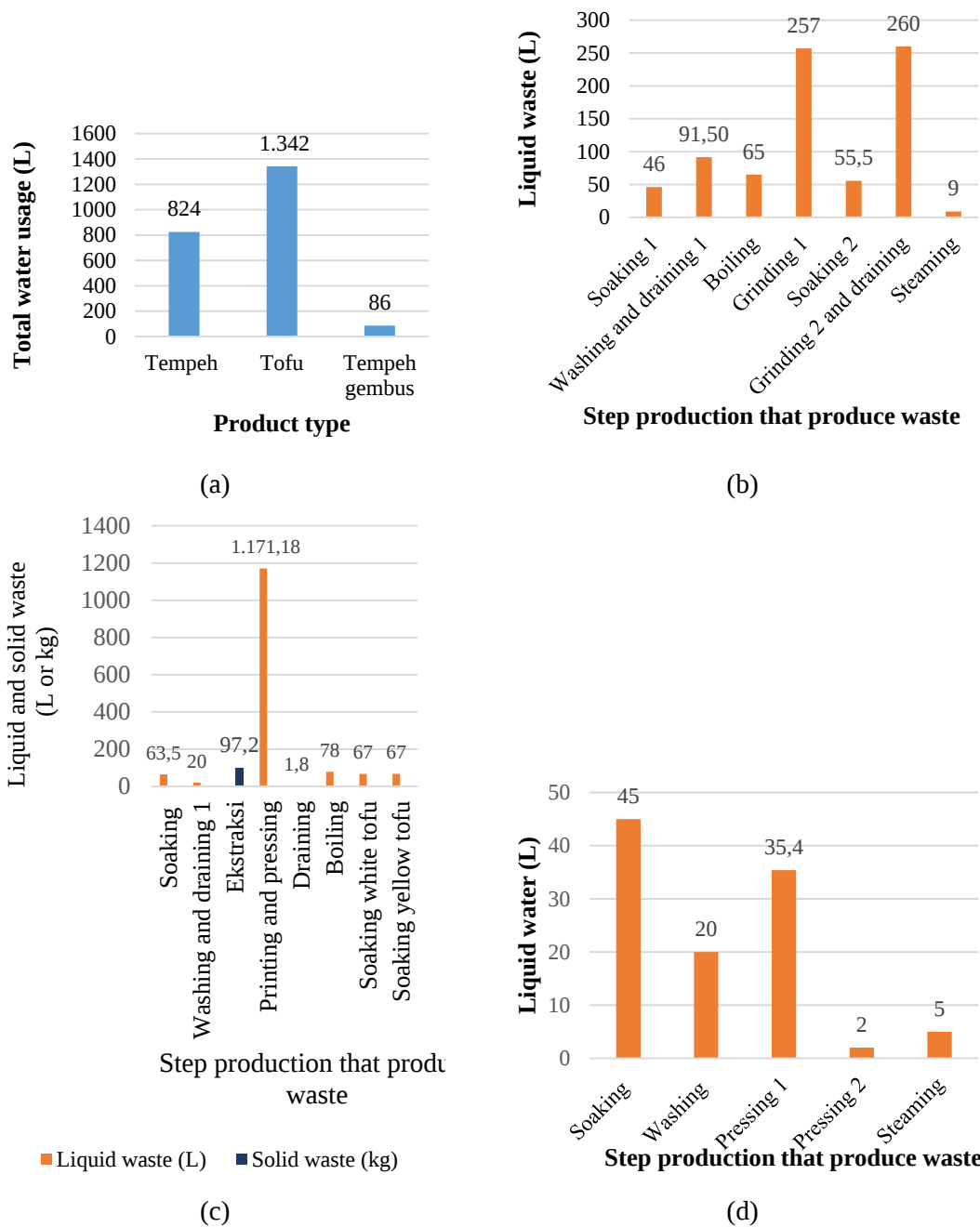


Figure 5. Water requirements for the production of tofu, tempeh, and tempeh gembus (a), Graph of liquid waste from tempeh production (b), Graph of liquid waste from tofu production (c), Liquid waste production from gembus tempeh production (d)

Next, we identified the waste generated during tofu production. Compared to tempeh production, the amount of waste generated during the production process is greater. Tofu production generates two types of waste: liquid and solid waste in the form of soybean pulp. The details of the liquid waste generated during the production process are shown in Figure 5c. Overall, the total liquid waste produced during the tofu production process was 1,4628.48 L. A total of 240 L of whey produced from the molding and pressing process was used for the soybean porridge coagulation process, so that the liquid waste discharged into the holding pond was reduced to 1,228.48 L.

Next, the waste generated from the tempeh gembus production process was identified. The details of the waste produced during tempeh gembus production are shown in Figure 5d. The total waste produced during tempe gembus production was 107.5 L. The total amount of waste produced was higher than the amount of water input because the initial raw material used was in the form of soybean dregs left over from making tofu, which contains $\pm$ 66% water from the total raw material used. The total liquid waste produced from the production process of tofu,

tempeh, and tempe gembus, excluding the use of whey as a coagulant for making tofu, was 2,119.98 L. The liquid waste produced from the entire production process, starting from the production of tempeh, tofu, and tempe gembus, flows into the same holding pond.

Energy consumption identification

The energy sources used in the production process include human energy, firewood, and gasoline. Several pieces of equipment supporting the production process, such as water pumps and sillers, use electricity from PLN (the State Electricity Company) as the energy source.

Firewood is the most commonly used energy source. The average firewood consumption is 7 tons, which is consumed within 20 d of production. The following is a calculation of the energy consumption at the normal production capacity.

The increasingly difficult supply of wood fuel necessitates a solution to prevent the hampering of industrial operations. Wood burning was the source of the highest amount of energy. Other energy sources are considered unproblematic because of their relatively low demand (Table 1).

Table 1. Identification of energy types and consumption

Machines/Tools	Amount (Unit)	Usage Time (Hours/Days)	Energy (MJ/day)	Energy Sources
Water pump	1	4.50	8.10	Electricity
Fan	1	3.00	0.59	Electricity
Siller	1	3.00	3.24	Electricity
Light	2	9.00	1.49	Electricity
Grinding machine	1	1.96	3.88	Gas
Furnace	4	10.00	6,510.00	Firewood

Identification of Industrial Problems

Based on the on-site identification of the industry, several issues were identified that could impact product quality and negatively affect the environment. The following issues were identified in the Imam tofu and tempeh industry. The results of the identified problems are shown in Figure 6.

In general, water efficiency is a major challenge faced by every tofu and tempeh industry, including Imam. Previous research on cleaner production in the tofu industry,

namely the study by Darmajana et al. (2013), stated that after improvements were made from the soaking stage to the molding stage, water efficiency was obtained by 21.12%, namely from the initial total water use of 239.07 L or 47.81 L per kg of raw material to 190.07 L or 38.01 L per kg of raw material. Compared with the results of this study, water use in Imam's industrial tofu production was 34% higher (Figure 5a). Inefficiency in water use in the Imam tofu and tempeh industry was found in several production stages, including

the washing and draining stages as well as rolling 1 and rolling 2.

During the tempeh rolling process, there were losses, but only in small amounts, namely 0.075 kg (Figure 4), but this amount is considered not to affect production quality.

In terms of waste management, solid waste has been fully utilized for tempeh gembus and as livestock feed. All of the liquid waste from tofu and tempeh production is discarded into wastewater holding ponds, except for 240 L of liquid waste from soy whey tofu production and liquid waste from the boiling and steaming stages of tempeh production. Liquid waste from the boiling and

steaming stages in tempeh production is also given to goats, but not all potential liquid waste has been optimally utilized, that is, waste from the crushing stage (tempeh production) and the extraction stage (tofu production). According to Yang et. al (2016), tofu whey contains several chemical contents, including total solids of 3.19%, protein 0.47%, crude fat 0.49%, total ash 0.54%, Ca 0.048%, Mg 0.042%, SO_4^{2-} 0.032%, Cl- 0.060%. This potential waste can be further utilized using different techniques. Waste management can be optimized by implementing the strategy 1E4R (elimination, reduction, reuse, recycling, and recovery).

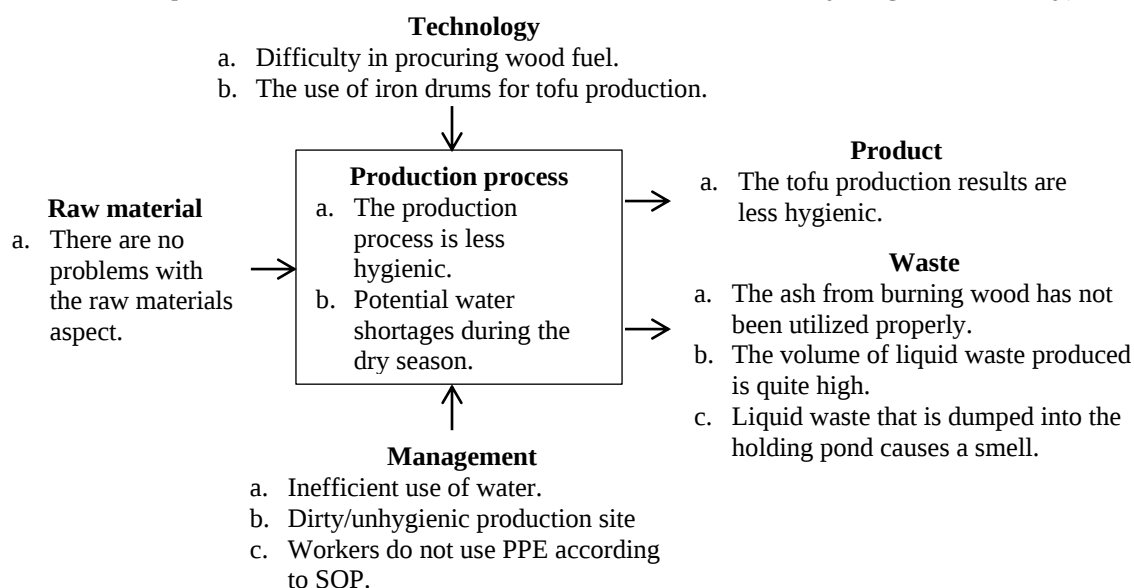


Figure 6. Results of problem identification in the Imam tofu and tempeh industry

Other handling problems related to waste are the ineffective performance of the holding ponds due to the silting of the wastewater holding ponds and the accumulation of solids carried along with the wastewater discharge. Simbolon et al. (2021) stated that the silting of holding ponds can reduce the effectiveness of bacteria in reducing organic matter. In addition, during heavy rain, water from the pool can rise to the surface of the production floor. This condition makes the production area unhygienic; therefore, periodic repair and maintenance efforts are required.

From a technological aspect, it was found that the equipment is dangerous and has the potential to cause cutlery toxicity during

the tofu production process, that is, during the stages of cooking soybean porridge. The cooking stages in the tofu production process still use iron drums. The results of this evaluation indicate that it may be advisable to replace the equipment with a safer material.

From a production perspective, the water tank used in the tofu extraction process is not cleaned regularly, and the water supply is not hygienic. Furthermore, the industrial environment appears to be less clean. This is considered unhygienic and unsafe for the resulting products and consumers. It is necessary to provide directions to improve cleanliness, spatial planning, and housekeeping.

In terms of Occupational Health and Safety (OHS), the use of PPE has not been maximized. Workers only used PPE in the form of cloth masks during the cooking and extraction stages of tofu production. The use of PPE is considered important because many production stages use heat energy. Furthermore, burning wood as fuel produces smoke and fly ash, which can harm lung and eye health (Weyerheuser, 2022).

CONCLUSION

The evaluation results using Quick Scan Analysis indicate that the production process and waste management in the Imam Tofu and Tempeh industry have not yet been implemented properly. Improvements in technology and management are required to increase water efficiency and reduce the volume of wastewater produced. The identified problems are technological, including difficulties in procuring wood fuel and using equipment made from hazardous materials. Furthermore, from a management perspective, industrial hygiene levels and operational procedures do not meet the standards.

REFERENCES

- Bantacut, T., Zulaikha, S.K., 2019. Study on possibility of Cleaner production application in small-scale bakery industry in Pekalongan, Indonesia. *Chem. Process Eng. Res.* 59, 1-12. <https://doi.org/10.7176/CPER>.
- Central Statistics Agency, 2021. Average Per Capita Weekly Consumption by Nut Group per Regency/City (Commodity Unit). BPS - Statistics Indonesia. Jakarta.
- Central Statistics Agency, 2020. Development of Micro Industries. BPS Jakarta.
- Darmajana, D.A., Afifah, N., Novrinaldi, N., Hanifah, U., Taufan, A., 2013. Efisiensi penggunaan air dan energi berbasis produksi bersih pada industri kecil tahu: Studi kasus IKM tahu "Sari Rasa" Subang. *Jurnal Pangan* 22(4), 373-384. <https://doi.org/10.33964/jp.v22i4.140>.
- Ditia, S., 2024. The effect of industrial waste on air pollution and water pollution causes climate change. *Journal of Waste and Sustainable Consumption* 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.61511/jwsc.v1i1.2024.668>
- Indrasti, N.S., Fauzi, A.M., 2009. Cleaner Production. IPB Press, Bogor.
- IPCC, 2023. Climate Change 2023. Synthesis Report: Summary for Policymakers. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Lee, H., Romero, J. (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>.
- Kurniawan, J., Razak, A., Syah, N., Diliarosta, S., Azhar, A., 2024. Global warming: factors, impacts, and mitigation efforts. *INSOLOGY J. Science and Technology* 3(6), 646-655. <https://doi.org/10.55123/insologi.v3i6.4627>.
- Karimuna, SR, Winandari, AT, Asis, ZR, and Mustika, WO 2025. Edukasi pengelolaan limbah industri pabrik tahu dan tempe anisah melalui media poster Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan tahun 2025. *JUDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 3(2), 255-265. <https://doi.org/10.54832/judimas.v3i2.629>.
- Khedkar, R.D., Singh, K. 2015. New approaches for food industry waste utilization. Neetu, S., Ajay, K. (Eds). *BIOLOGIX*. Dept. of Biotechnology, Mewar institute of Management, Vasundara, India. p.51-65.
- Khuriyati, N., Wagiman, Denok, K., 2015. Cleaner production strategy for improving environmental performance of small scale cracker industry. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 3, 102-107. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.01.021>.

- Lestari, E.A., Pujiyanto, T., Kastaman, R., 2022. Penyusunan standar prosedur operasi produksi berdasarkan CPPB-IRT dan WISE pada industri rumah tangga aneka snack 3E. *J. Teknol. Ind. Pertan.* 32(2), 174-187. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2022.32.2.174>.
- Morssy, A. .Cleaner Production opportunities and future prospects. First International Conference on Environment Research, Technology and Policy. UNIDO. p.18 <https://www.unido.org/publications/ot/9654785/pdf> [December 5, 2023]
- Pambudi, Y.S., Sudaryantiningsih, C., Geraldita, G., 2021. Analisis karakteristik air limbah industri tahu dan alternatif proses pengolahannya berdasarkan prinsip-prinsip teknologi tepat guna. *Syntax Literatye: Jurnal Ilmiah Indonesia* 6(8), 4180-4191. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i8.3739>
- Rahmadyanti, E., Dwijanto, A.W., 2016. Implementing cleaner production as an environmental management efforts in small cassava chips. The third Bali International Semin. Sci. Technol (BISSTECH 2015). *MATEC Web of Conferences* 58, p.6. <https://doi.org/10.1051/matteconf/201665804004>.
- Sari, D., Rahmawati, A., 2020. Analisa kandungan limbah cair tempe air rebusan dan air rendaman kedelai. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Media Husada* 9(1), 36-41. <https://doi.org/10.33475/jikmh.v9i1.210>
- Simbolon, R.H., Simbolon, R., Harahap, R., 2021. Analisa pengolahan air limbah pabrik kelapa sawit PT. Hutabayu Marsada, Kecamatan Hutabayu Raja Kabupaten Simalungun. *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU*, 217-221. <https://bit.ly/semnastek2021>
- UNIDO-UNEP, 2008. Cleaner Production Program. Vienna.<https://www.unido.org/sites/default/files/>. [December 5, 2023].
- Wattansilp, C., Ongprakorp, R., Nopharatana, A., Khompatraporn, C., 2021. Techno-Cost-Benefit analysis of biogas production from industrial cassava starch wastewater in Thailand for optimal utilization with energy storage. *Energies* 14(2), 416. <https://doi.org/10.3390/en14020416>
- Weyerhaeuser, 2022. Wood Ash. Weerheaurse Company, Washington. https://www.weyerhaeuser.com/application/files/5316/5975/8398/Wood_Ash_US.pdf [5 December 2025]
- Yang, W., Liu, C., Xu, X., Kang, F., Chen., Y., Zhou, M., Wang, S., Li, B., 2016. Components analysis and flour preparation of tofu whey. *Advanced Journal of Food Science and Technology* 12(10), 574-578.



JOURNAL OF TROPICAL AGRIFOOD

Advancing Tropical AgriFood Science and Innovation

Journal of Tropical AgriFood (JTAF) merupakan jurnal ilmiah *peer-reviewed* yang mempublikasikan hasil penelitian dan kajian di bidang teknologi pertanian, teknologi pangan, bioteknologi, gizi, herbal, dan pangan fungsional.

JTAF diterbitkan **empat kali setahun** oleh Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.

EDITORIAL OFFICE

- Department of Agricultural Products Technology,
Faculty of Agriculture, Mulawarman University
Jl. Tanah Grogot Kampus Gunung Kelua
Samarinda - Kalimantan Timur, 75119
- Phone: +62 812 5363 4777 (Helmi Mawardi)
- E-Mail: jtaf@faperta.unmul.ac.id
jtropicalagrifood@gmail.com

VISIT OUR JOURNAL



e-journals.unmul.ac.id/index.php/JTAF



UNIVERSITAS
MULAWARMAN



FAKULTAS
PERTANIAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN



JOURNAL OF
TROPICAL AGRIFOOD