

Karakteristik Yoghurt Sinbiotik Sumber Serat dengan Variasi Konsentrasi Tepung Kacang Lentil Merah dan Rasio Kultur Bakteri Asam Laktat

[Characteristics of Source of Fiber Synbiotic Yoghurt with Variations of Red Lentil Flour Concentrations and Lactic Acid Bacteria Culture Ratio]

Pemanfaatan Puree Nanas dalam Pembuatan Selai Lembaran dengan Penambahan Konjak dan Karagenan pada Berbagai Rasio dan Konsentrasi

[Utilization of Pineapple Puree in the Production of Sheet Jam with the Addition of Konjac and Carrageenan at Various Ratio and Concentrations]

Pemanfaatan Teh Daun Salam dalam Pembuatan Kombucha

[Utilization of Bay Leaf Tea in Kombucha Production]

Pemanfaatan Ubi Jalar Ungu dalam Pembuatan Es Krim Susu Almond dengan Variasi Jenis Bahan Penstabil

[Utilization of Purple Sweet Potato in Almond Milk Ice Cream Using Different Types of Stabilizers]

Analisis Sistem Pendeteksi Tahapan Tidur

[Sleep Stage Detection System Analysis]

Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Web bagi Bank Sampah di Tangerang Selatan

[Development of a Web-Based Information System for Waste Banks in South Tangerang]

Pengaruh Rasio Tepung Tapioka dan Porang terhadap Karakteristik Fisik dan Sensori Pempek

[The Effect of Tapioca and Porang Flour Ratio on the Physical and Sensory Characteristics of Pempek]

Karakteristik Cookies Mocaf dengan Substitusi Ampas Kacang Hijau dan Penambahan Isolat Soy Protein

[Characteristics of Mocaf Cookies with Substitution of Mung Bean Dregs and Addition of Soy Protein Isolate]

*Diterbitkan Oleh Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pelita Harapan*

EDITORIAL TEAM

Pimpinan Redaksi [*Editor in Chief*]

1. Prof. Dr. Ir. Melanie Cornelia, M.T.

Wakil Pimpinan Redaksi [*Vice Editor in Chief*]

1. Julinda E. F. Pangaribuan, M.T.

Dewan Redaksi [*Editorial Board*]

1. Prof. Dr. Manlian Ronald A. Simanjuntak, S.T., M.T.
2. Prof. Dr. Ir. Wiryanto Dewobroto, M.T.
3. Dr. Nuri Arum Anugrahati
4. Kie Van Ivanky Saputra, Ph.D.
5. Dr. Henri P. Uranus
6. Dr.-Ing. Azis Boing Sitanggang, S.TP., M.Sc.
7. Dr. Satya Nugroho
8. Dr.-Ing. Amalia Suzianti, S.T., M.Sc.

Staff Redaksi [*Editorial Staff*]

1. Gracio A. Rhizma, M.T.
2. Marcelia Sugata, M.Sc.
3. Raphael Dimas Tri Nugroho, S.T.P.

Administrasi dan Keuangan [*Administration and Finance*]

1. Sabrina K Whardhani, S.Si.
2. Adelia Lorenza Br. Peranginangin, S.Pd.

DAFTAR ISI

1. Karakteristik Yoghurt Sinbiotik Sumber Serat dengan Variasi Konsentrasi Tepung Kacang Lentil Merah dan Rasio Kultur Bakteri Asam Laktat [Characteristics of Source of Fiber Synbiotic Yoghurt with Variations of Red Lentil Flour Concentrations and Lactic Acid Bacteria Culture Ratio]. Oleh: Adolf J.N. Parhusip, Fidelia Farren Gunawan 1-11
2. Pemanfaatan Puree Nanas dalam Pembuatan Selai Lembaran dengan Penambahan Konjak dan Karagenan pada Berbagai Rasio dan Konsentrasi [Utilization of Pineapple Puree in the Production of Sheet Jam with the Addition of Konjac and Carrageenan at Various Ratio and Concentrations]. Oleh: Lucia C. Soedirga, Joanne Tirto 12-25
3. Pemanfaatan Teh Daun Salam dalam Pembuatan Kombucha [Utilization of Bay Leaf Tea in Kombucha Production]. Oleh: Yuniwaty Halim, Marianto Halim 26-39
4. Pemanfaatan Ubi Jalar Ungu dalam Pembuatan Es Krim Susu Almond dengan Variasi Jenis Bahan Penstabil [Utilization of Purple Sweet Potato in Almond Milk Ice Cream Using Different Types of Stabilizers]. Oleh: Jessica Prisella, Intan Cidarbulan Matita, Titri Siratantri Mastuti 40-51
5. Analisis Sistem Pendeteksi Tahapan Tidur [Sleep Stage Detection System Analysis]. Oleh: Junita, David Hareva 52-64
6. Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Web bagi Bank Sampah di Tangerang Selatan [Development of a Web-Based Information System for Waste Banks in South Tangerang]. Oleh: Priskila Christine Rahayu, Verel Salomo Ulyano Simatupang, Agustina Christiani 65-72
7. Pengaruh Rasio Tepung Tapioka dan Porang terhadap Karakteristik Fisik dan Sensori Pempek [The Effect of Tapioca and Porang Flour Ratio on the Physical and Sensory Characteristics of Pempek]. Oleh: Ratna Handayani, Dohan Dwisettyo 73-81
8. Karakteristik Cookies Mocaf dengan Substitusi Ampas Kacang Hijau dan Penambahan Isolat Soy Protein [Characteristics of Mocaf Cookies with Substitution of Mung Bean Dregs and Addition of Soy Protein Isolate]. Oleh: Valerie Kathleen Laurencia, Titri Siratantri Mastuti, Intan Cidarbulan Matita 82-97

KARAKTERISTIK YOGHURT SINBIOTIK SUMBER SERAT DENGAN VARIASI KONSENTRASI TEPUNG KACANG LENTIL MERAH DAN RASIO KULTUR BAKTERI ASAM LAKTAT

[CHARACTERISTICS OF SOURCE OF FIBER SYNBIOTIC YOGHURT WITH VARIATIONS OF RED LENTIL FLOUR CONCENTRATIONS AND LACTIC ACID BACTERIA CULTURE RATIO]

Adolf J.N. Parhusip^{1*}, Fidelia Farren Gunawan²

^{1,2}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: adolf.parhusip@uph.edu

ABSTRACT

Yogurt is a product of fermentation by lactic acid bacteria which is mainly made from cow's milk. The starter cultures used in this research were *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus plantarum*, and *Lactobacillus acidophilus*. *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus acidophilus* were used as probiotic cultures for red lentil symbiotic yogurt. Red lentils contain prebiotic that can be used as a nutrient for lactic acid bacteria. Red lentil flour contains moisture content 7,21%, dietary fibre 9,93%, inulin 3,03%. The main objective of this research was to determine the best concentration of red lentil flour and the ratio of culture. Synbiotic yoghurt was made with various concentrations of red lentil flour (0%, 5%, 10%, and 15%) and yogurt culture ratios (1:1:1, 1:2:1, 1:1:2, dan 2:1:1). Based on the results, the selected treatment is red lentil flour with a concentration of 5%, and culture ratio of 1:2:1 with a characteristics of pH value 4,29, TTA value 0,86%, total lactic acid bacteria $1,45 \times 10^9$ CFU/mL, protein content 7,53%, dietary fibre content 2,41%. The probiotic resistance against acid was performed and the results obtained were at pH 2 $9,1 \times 10^4$ CFU/mL, pH 3 $4,46 \times 10^6$ CFU/mL, pH 4 $2,39 \times 10^9$ CFU/mL, pH 5 $1,79 \times 10^9$ CFU/mL, and control pH $3,73 \times 10^{10}$ CFU/mL.

Keywords: red lentil; synbiotic; yogurt

ABSTRAK

Yoghurt merupakan produk fermentasi oleh bakteri asam laktat yang berbahan dasar susu sapi. Kultur starter yang digunakan dalam penelitian adalah *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Lactobacillus acidophilus*. *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus* digunakan sebagai kultur probiotik bagi yoghurt sinbiotik kacang lentil merah. Lentil merah merupakan salah satu bahan pangan yang mengandung prebiotik. Tepung kacang lentil merah memiliki kadar air sebesar 7,21%, dengan kadar serat pangan sebesar 9,93%, dan kadar inulin sebesar 3,03%. Tujuan dari penelitian adalah untuk menentukan konsentrasi tepung kacang lentil merah dan rasio kultur terpilih. Yoghurt dibuat dengan variasi konsentrasi tepung kacang lentil merah (0%, 5%, 10%, dan 15%) dan rasio kultur yoghurt (1:1:1, 1:2:1, 1:1:2, dan 2:1:1). Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, perlakuan yang terpilih adalah dengan konsentrasi tepung kacang lentil merah sebesar 5% dengan rasio kultur 1:2:1 dengan karakteristik nilai pH 4,29, nilai TAT 0,86%, dan total bakteri asam laktat sebesar $1,45 \times 10^9$ CFU/mL, kadar protein 7,53%, kadar serat pangan 2,41%. Dilakukan uji ketahanan probiotik terhadap asam dan diperoleh hasil pada pH 2 sebesar $9,1 \times 10^4$ CFU/mL, pH 3 sebesar $4,46 \times 10^6$ CFU/mL, pH 4 sebesar $2,39 \times 10^9$ CFU/mL, pH 5 sebesar $1,79 \times 10^9$ CFU/mL, dan pH kontrol sebesar $3,73 \times 10^{10}$ CFU/mL.

Kata kunci: lentil merah; sinbiotik; yoghurt

PENDAHULUAN

Lentil merah merupakan bahan pangan yang memiliki banyak kandungan nutrisi yang dapat bermanfaat bagi tubuh. Lentil merah memiliki kandungan protein sekitar 25,8 g /100 g, serat sekitar 10,38g /100 g, dan kandungan lemak sekitar 1,1g /100 g (Pratita & Fathurohman, 2021). Lentil merah juga merupakan salah satu bahan pangan yang mengandung prebiotik seperti inulin.

Susu adalah cairan yang berasal dari ambung ternak perah yang diperoleh dari pemerahan. Kandungan yang dapat terkandung dalam susu sapi adalah protein, lemak, mineral, dan laktosa (Lambrini *et al.*, 2021). Konsumsi susu sapi dapat berkontribusi dalam nutrisi makro dan mikro bagi tubuh manusia (Marangoni *et al.*, 2019). Susu dapat diolah menjadi beberapa bahan pangan seperti yoghurt.

Yoghurt merupakan produk fermentasi dari bakteri asam laktat yang berbahan dasar susu sapi. Yoghurt dapat ditambahkan dengan beberapa turunan susu seperti whey konsentrat, *skim milk powder*, kaseinat atau krim. Yoghurt sendiri memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan seperti menurunkan kadar kolesterol darah, menjaga kesehatan lambung, dan mencegah penyakit kanker pada saluran pencernaan.

Selain itu, yoghurt termasuk sebagai pangan probiotik merupakan mikroba yang mampu mengatur keseimbangan mikroba dalam saluran pencernaan. Dalam pembuatan yoghurt, terdapat beberapa bakteri asam laktat yang dapat berperan seperti *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, dan *Lactobacillus plantarum*. Bakteri tersebut bersifat homofermentative, terjadi fermentasi glukosa dan menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir dengan jalur *Emden-Meyerhof-Parnas* (EMB) (Zotta *et al.*, 2018)

Yoghurt sinbiotik dibuat dengan menggabungkan bakteri probiotik dengan bahan pangan yang mengandung prebiotik seperti kacang lentil merah. Probiotik adalah bakteri seperti bakteri asam laktat yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen sehingga dapat menjaga keseimbangan mikroba dalam usus (Astuty *et al.*, 2021). Contoh dari bakteri probiotik adalah *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus*. Prebiotik adalah kandungan yang terdapat pada bahan pangan yang tidak dapat dicerna oleh sistem pencernaan manusia. Prebiotik berfungsi sebagai substrat bagi bakteri baik dalam susu sehingga dengan adanya prebiotik akan meningkatkan pertumbuhan aktivitas bakteri baik dalam usus besar.

Penelitian yoghurt sinbiotik dengan konsentrasi tepung kacang lentil merah sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan variasi rasio kultur yaitu dengan kultur *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* dengan variasi rasio yaitu dengan rasio 1:1:1, 1:2:1, 1:1:2, dan 2:1:1.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kacang lentil merah, *Streptococcus thermophilus* FN 0040, *Lactobacillus plantarum* FNCC 0027, *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051, dan susu mentah. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah *cabinet dryer* “Wangdi W.”, inkubator “Memmert”, pH meter “Metrohm”, spektrofotometer UV-vis “D-Lab”, *Kjeldahl Unit* “Buchi”, *colony counter* “Funke Gerber”.

Metode Penelitian

Prosedur Pembuatan Tepung Kacang Lentil Merah

Pembuatan tepung kacang lentil merah dilakukan dengan 4 kg kacang lentil merah kemudian dikeringkan di *cabinet dryer* dengan suhu 50°C selama 48 jam. Selanjutnya diblender hingga halus kemudian diayak dengan ayakan 80 *mesh* hingga menghasilkan tepung kacang lentil merah. Kemudian dilakukan analisis kadar

air, kadar serat, dan kadar inulin pada tepung kacang lentil merah sebagai kontrol.

Prosedur Pembuatan Starter Yoghurt

Pembuatan yoghurt sinbiotik lentil merah diawali dengan pembuatan starter yoghurt dengan pencampuran susu skim 8%, sukrosa 10%, dan aquades 250 mL. Kemudian campuran dipasteurisasi pada suhu 85°C dan didinginkan hingga suhu kamar. Campuran diinokulasi bakteri *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, dan *Lactobacillus plantarum* dan kemudian diinkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam sehingga akan menghasilkan 3 jenis starter yoghurt. Selanjutnya dilakukan analisis total bakteri asam laktat untuk mengetahui jumlah bakteri asam laktat per rasionya pada starter yang dihasilkan.

Prosedur Pembuatan Yoghurt Sinbiotik

Pencampuran tepung kacang lentil merah sesuai dengan perlakuan (0%, 5%, 10%, 15%, 20%), kemudian ditambahkan dengan susu mentah 250 mL, susu skim 8%, dan sukrosa 10%. Campuran dipasteurisasi pada suhu 85°C dan didinginkan hingga suhu kamar, diinokulasikan dengan starter yoghurt dengan variasi rasio 1:1:1; 1:2:1; 1:1:2; 2:1:1. Campuran yang telah diinokulasi diinkubasi dalam inkubator selama 37°C selama 24 jam hingga terbentuk yoghurt sinbiotik.

Rancangan Percobaan

Pada penelitian tahap I menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 2 faktor, 2 replikasi, dan 2 duplikasi. Faktor pada penelitian utama adalah variasi konsentrasi tepung dan variasi rasio *starter* kultur. Data yang diperoleh dianalisis dengan IBM SPSS *Statistics* Versi 26.

Analisis

Analisis kadar air dilakukan dengan metode oven (AOAC, 2005), analisis pH dilakukan dengan metode AOAC (2010), analisis total asam tertitrasi dengan metode AOAC (2010). Selain itu, analisis kadar inulin dilakukan sesuai dengan Zubaidah dan Akhadiana, 2013, analisis kadar protein dilakukan dengan metode *Kjeldahl* (AOAC, 2010). Perhitungan total bakteri asam laktat dilakukan sesuai Yani *et al.* (2011) dengan modifikasi dan uji ketahanan bakteri probiotik dalam kondisi asam dilakukan sesuai dengan Rizal *et al.* (2014) serta Halim & Zubaidah (2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air Tepung Kacang Lentil Merah

Kadar air tepung lentil sebesar 8,94% dan 5,44%. Hal ini sesuai dengan penelitian Hajas *et al.* (2022), kadar air yang dimiliki oleh tepung lentil yaitu di bawah 10%. Produk tepung pada umumnya harus memiliki kadar air di bawah 14% untuk

mencegah pertumbuhan kapang pada tepung (Lisa *et al.*, 2015).

Kadar Inulin Tepung Kacang Lentil Merah

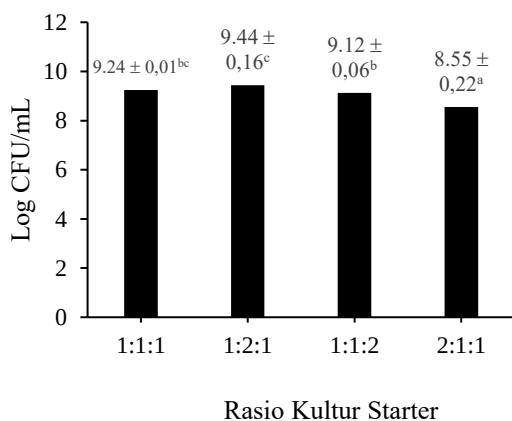
Kadar inulin yang terkandung dalam tepung kacang lentil merah sebesar 3,03%. Inulin merupakan prebiotik yang dapat merangsang pertumbuhan bakteri probiotik dalam saluran pencernaan. Inulin dapat diubah oleh bakteri probiotik asam lemak rantai pendek dan asam laktat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setiarto *et al.* (2017), terjadi peningkatan pertumbuhan bakteri asam laktat dengan penambahan inulin.

Kadar Serat Pangan Tepung Kacang Lentil Merah

Tepung kacang lentil mengandung serat pangan sebesar 9,93%. Menurut Atlee (2017), kacang lentil memiliki serat pangan sebesar 10,38%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sendetiya *et al.* (2014), dengan adanya serat pangan dapat dimanfaatkan bakteri probiotik untuk meningkatkan bakteri probiotik. Serat pangan sendiri dapat bermanfaat bagi usus besar dikarenakan dapat mencegah kanker kolon dikarenakan serat pangan dapat meningkatkan volume feses, meningkatkan pengaruh laksatif, melunakkan konsistensi feses, memperpendek *transit time* di usus (Zeng *et al.*, 2014).

Jumlah Starter Yoghurt pada Variasi Rasio

Hasil analisis perbedaan rasio kultur starter dapat di lihat pada Gambar 1. Total bakteri asam laktat pada rasio 2:1:1 memiliki perbedaan 1 fase log dibandingkan dengan rasio yang lainnya. Hal ini dapat disebabkan *Streptococcus thermophilus* aktif lebih awal memecah laktosa menjadi asam laktat dan menurunkan pH dari susu sehingga bakteri seperti *Lactobacillus plantarum* tumbuh optimal. Hal ini disebabkan oleh pH optimum yang dimiliki oleh *Lactobacillus plantarum* adalah dengan pH 3,8-4 (Retnowati & Kusnadi, 2014).



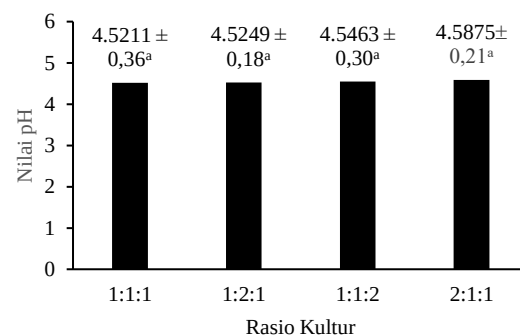
Gambar 1. Jumlah koloni starter yoghurt pada variasi rasio

Namun rasio jumlah *Streptococcus thermophilus* lebih tinggi yaitu dengan rasio 2:1:1, sehingga nutrisi yang terdapat pada substrat cenderung lebih banyak dikonsumsi oleh *Streptococcus thermophilus* sehingga lebih cepat mencapai fase log, fase statis,

dan memasuki fase kematian dikarenakan menurunnya sumber nutrisi (Kinteki *et al.*, 2019).

Pengaruh Konsentrasi Tepung Kacang Lentil Merah dan Rasio Kultur terhadap pH Yoghurt

Berdasarkan dari hasil yang telah diperoleh seperti terlihat pada Gambar 2, rasio kultur tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH. Bakteri asam laktat dapat menurunkan nilai pH karena adanya asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat.

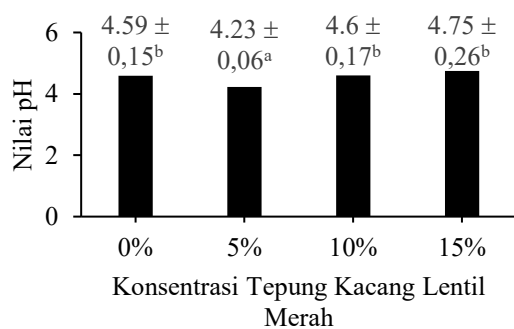


Gambar 2. Pengaruh rasio kultur terhadap nilai pH yoghurt sinbiotik lentil merah

Berdasarkan Gambar 3, dapat diketahui bahwa rasio kultur menghasilkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) pada nilai pH. Nilai pH terendah adalah dengan konsentrasi 5% dengan nilai pH 4,23. Hasil penelitian kacang lentil merah yang mengandung prebiotik memberi pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri asam laktat, yang akan menghasilkan asam laktat dapat menurunkan nilai pH dari suatu produk pangan (Sari *et al.*, 2018). Rasio kultur tidak

berpengaruh nyata terhadap pH yoghurt dikarenakan semua rasio kultur memiliki rata-rata nilai pH yang sama. Hal ini dapat disebabkan kacang lentil memiliki kapasitas buffer yang baik sehingga dapat mencegah penurunan pH (Zare *et al.*, 2012).

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Setiarto *et al.* (2017), penambahan variasi inulin pada bakteri asam laktat. Nilai pH terendah (pH 4,3) pada konsentrasi 5% menunjukkan bahwa sumber nutrisi yang optimum berada pada konsentrasi 5%. Nutrisi yang berlebih atau kurang dapat menyebabkan penurunan jumlah bakteri asam laktat yang dapat berpengaruh pada pH dari yoghurt (Kinteki *et al.*, 2019).



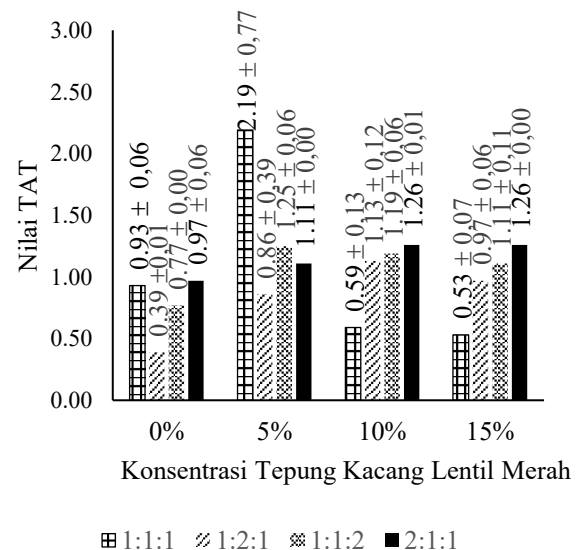
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi tepung kacang lentil merah terhadap nilai pH yoghurt sinbiotik lentil merah

Pengaruh Konsentrasi Tepung Kacang Lentil Merah dan Rasio Kultur terhadap Total Asam Tertitrasi Yoghurt

Pengaruh konsentrasi tepung kacang lentil merah dan rasio kultur terhadap total bakteri asam laktat dapat dilihat pada

Gambar 4. Berdasarkan data yang telah diperoleh, dapat diketahui bahwa yoghurt dengan konsentrasi tepung kacang lentil merah pada total asam tertitrasi terdapat pada konsentrasi 5% dengan rasio kultur 1:1:1 dengan nilai TAT 2,19 %.

Hal ini dapat disebabkan sifat fermentasi *Streptococcus thermophilus* adalah homofermentatif sehingga hanya akan menghasilkan asam laktat yang dapat meningkatkan nilai TAT. Total asam tertitrasi menunjukkan total asam laktat yang dihasilkan dari fermentasi akibat perombakan laktosa menjadi asam laktat oleh bakteri asam laktat (Pratama *et al.*, 2020).



Gambar 4. Pengaruh rasio kultur dan konsentrasi tepung terhadap total asam tertitrasi yoghurt sinbiotik lentil merah

Lactobacillus plantarum dapat memproduksi asam laktat dengan baik (Lang *et al.*, 2022). Selain itu, menurut

penelitian yang dilakukan oleh Syachroni *et al.* (2020), menunjukkan bahwa kombinasi antara *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus* dapat meningkatkan asam laktat yang dihasilkan, *Lactobacillus plantarum* yang dapat bertumbuh dengan cepat pada substrat yang tinggi nutrisi dapat bertumbuh dengan cepat dan *Lactobacillus acidophilus* yang bersifat homofermentatif sehingga hanya menghasilkan asam laktat.

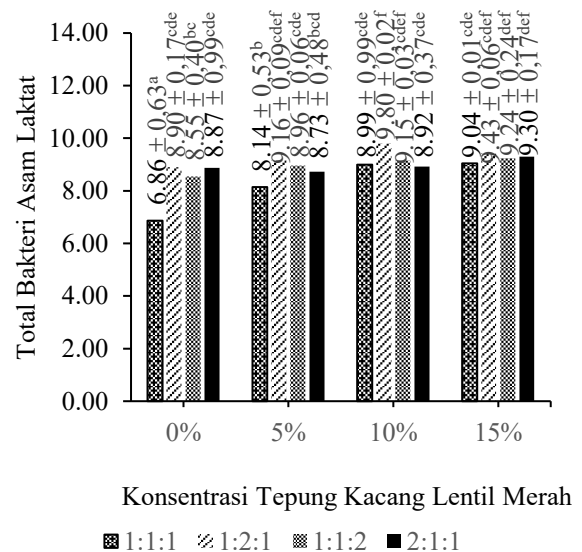
Menurut Sari *et al.* (2018), *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Lactobacillus acidophilus* memiliki interaksi sinbiosis yang baik sehingga dapat meningkatkan total asam laktat. Namun, dari hasil yang telah diperoleh dapat dilihat bahwa *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Lactobacillus acidophilus* memiliki sinbiosis yang lebih baik dikarenakan nilai TAT yang dihasilkan dapat mencapai 2,19% yang menunjukkan total asam laktat yang lebih tinggi dibandingkan penggabungan kultur dengan *Lactobacillus bulgaricus*.

Pengaruh Konsentrasi Tepung Kacang Lentil Merah dan Rasio Kultur terhadap Total Bakteri Asam Laktat Yoghurt

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dapat diketahui bahwa konsentrasi tepung kacang lentil merah total bakteri asam laktat tertinggi terdapat pada yoghurt dengan konsentrasi tepung 10%

dengan rasio kultur 1:2:1 berbeda sangat nyata dengan rasio dan konsentrasi lainnya. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

Lactobacillus plantarum dapat bertumbuh dengan baik dengan pemberian prebiotik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tsania *et al.* (2021) bahwa dengan adanya prebiotik dapat meningkatkan pertumbuhan *Lactobacillus plantarum*. Selain itu, *Lactobacillus plantarum* dapat bertumbuh dengan baik dengan penambahan prebiotik dibandingkan dengan bakteri lainnya seperti *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium langum* (Purwadani *et al.*, 2018).



Gambar 5. Pengaruh rasio kultur dan konsentrasi tepung lentil merah terhadap total bakteri asam laktat yoghurt sinbiotik lentil merah

Prebiotik yang dapat memicu pertumbuhan probiotik dapat menjadi nutrisi lebih bagi bakteri probiotik sehingga yoghurt yang tanpa penambahan tepung

kacang lentil merah dengan yoghurt yang ditambahkan tepung kacang lentil merah memiliki perbedaan, hal ini membuktikan bahwa adanya pengaruh dari prebiotik terhadap pertumbuhan bakteri probiotik seperti *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus*.

Yoghurt Tepung Kacang Lentil Merah Terpilih

Yoghurt sinbiotik tepung kacang lentil merah yang terpilih adalah dengan rasio kultur 1:2:1 dan konsentrasi tepung sebesar 5%. Hal ini dapat disebabkan pada rasio 1:2:1 dengan konsentrasi tepung 5% pada Gambar 5 sudah dapat mencapai 9,16 Log CFU/mL, sedangkan pada rasio lain membutuhkan konsentrasi yang lebih tinggi untuk mencapai nilai 9 Log CFU/mL. Oleh karena itu, yoghurt sinbiotik kacang lentil merah yang terpilih yaitu dengan rasio kultur 1:2:1 dengan konsentrasi tepung sebesar 5%.

Pengaruh Konsentrasi Tepung Kacang Lentil Merah dan Rasio Kultur terhadap Kadar Protein

Berdasarkan uji protein dengan metode *Kjeldahl* diketahui bahwa kandungan protein dalam yoghurt sinbiotik lentil merah sebesar 7,53%. Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO), produk pangan dapat dikatakan sumber protein jika mencapai 5% *Nutrient Reference Value* (NRV) per 100 ml. NRV

dewasa pada umumnya adalah sebesar 64g/hari.

Hasil perhitungan jika proteinnya mencapai 3,2 g/100 g dapat dikatakan sebagai sumber protein. Jika nilai proteinnya dua kali lipat yaitu sebesar 6,4g/100g dapat dikatakan sebagai produk pangan yang tinggi protein, sehingga dapat diketahui bahwa yoghurt sinbiotik lentil merah dapat digolongkan kandungan proteinnya tinggi karena dapat mencapai 7,53%.

Pengaruh pH terhadap Total Bakteri Asam Laktat Yoghurt Kacang Lentil Merah Terpilih pada Analisis Ketahanan Terhadap Asam

Bakteri dapat dikatakan probiotik adalah jika dapat bertahan pada pH lambung. Dari hasil yang telah diperoleh, dapat diketahui bahwa produk yoghurt lentil merah dapat dikatakan probiotik karena dapat tahan pada pH yang asam (pH 2,3). Lingkungan asam dapat merusak membran dan komponen intraseluler dari sel sehingga menyebabkan bakteri tersebut mati. Secara statistik menunjukkan tidak berbeda nyata variasi pH terhadap total BAL.

Bakteri dapat dikatakan probiotik adalah jika dapat bertahan pada pH lambung. Hasil yang telah diperoleh, dapat diketahui bahwa produk yoghurt lentil merah dapat dikatakan probiotik dikarenakan dapat tahan pada pH yang

asam. Bakteri seperti *Lactobacillus* memiliki ketahanan terhadap asam yang lebih baik dibandingkan dengan bakteri lainnya dikarenakan kemampuannya dalam mempertahankan pH internal dan membran sel yang lebih kuat dibandingkan dengan bakteri lainnya. Nilai pH pada lambung pada umumnya adalah sebesar 2-3,5 sehingga untuk bakteri dapat dikatakan probiotik harus dapat hidup dalam kondisi asam pada pH tersebut (Muhammad *et al.*, 2016).

Pengaruh Konsentrasi Tepung Kacang Lentil Merah dan Rasio Kultur terhadap Serat Pangan

Menurut *Code of Federal Regulation*, suatu bahan pangan dapat dikatakan sumber serat pangan jika mencapai 10% dari RDI. Menurut *Food and Drug Administration* (FDA), RDI serat yang dibutuhkan orang dewasa adalah 28g/hari per RACC (170 g) sehingga produk dapat dikatakan sebagai sumber serat jika kadar serat yang terkandung lebih tinggi dibandingkan dengan 2,8g/170g.

Diketahui serat pangan yang dimiliki oleh yoghurt sinbiotik tersebut sebesar 2,42% (2,42g/100g). Jika dikalkulasikan, yoghurt sinbiotik mengandung serat pangan sebesar 4,11g/170g. Oleh karena itu, produk yoghurt sinbiotik kacang lentil merah dapat diklaim sebagai makanan sumber serat.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menyatakan bahwa rasio kultur yoghurt dan konsentrasi tepung kacang lentil merah menunjukkan karakteristik yoghurt sinbiotik kacang lentil merah. Perlakuan yoghurt sinbiotik kacang lentil merah yang terpilih memiliki konsentrasi terbaik pada 5% dan dengan rasio kultur *Streptococcus thermophilus*: *Lactobacillus plantarum*: *Lactobacillus acidophilus* (1:2:1) dan konsentrasi tepung kacang lentil merah sebesar 5% dengan nilai pH 4,29, nilai TAT sebesar 0,86%, total bakteri asam laktat sebesar $1,45 \times 10^9$ CFU/mL, kadar protein 7,53%, kadar serat pangan 2,41%. Uji ketahanan probiotik terhadap asam dan diperoleh hasil pada pH 2 sebesar $9,1 \times 10^4$ CFU/mL, pH 3 sebesar $4,46 \times 10^6$ CFU/mL, pH 4 sebesar $2,39 \times 10^9$ CFU/mL, pH 5 sebesar $1,79 \times 10^9$ CFU/mL, dan pH kontrol sebesar $3,73 \times 10^{10}$ CFU/mL.

SARAN

Perlu penelitian lanjut dengan melakukan uji organoleptik untuk menentukan penerimaan konsumen pada produk pangan yoghurt sinbiotik lentil merah.

DAFTAR PUSTAKA

Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). (2005). *Official Method of Analysis*. Washington D.C.

- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). (2010). *Official Method of Analysis*. Washington D.C
- Halim, C. N. & Zubaidah, E. (2013). Studi kemampuan probiotik isolat bakteri asam laktat penghasil eksopolisakarida tinggi asal sawi asin (*Brassica juncea*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1), 129-137.
- Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. (1992). *Codex alimentarius*. Food & Agriculture Org.
- Kinteki, G. A., Rizqiaty, H., & Hintono, A. (2019). Pengaruh lama fermentasi kefir susu kambing terhadap mutu hedonik, total bakteri asam laktat (BAL), total khamir dan pH. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 42-50. <https://doi.org/10.14710/jtp.2019.20685>
- Lambrini, K., Aikaterini, F., Konstantinos, K., Christos, I., Ioanna, P. V., & Areti, T. (2021). Milk nutritional composition and its role in human health. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 9, 8-13. <https://doi.org/10.17265/2328-2150/2021.01.002>
- Lang, F., Wen, J., Wu, Z., Pan, D., & Wang, L. (2022). Evaluation of probiotic yoghurt by the mixed culture with *Lactobacillus plantarum* A3. *Food Science and Human Wellness*, 11(2), 323-331. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.11.006>
- Lisa, M., Lutfi, M., & Susilo, B. (2015). Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu tepung jamur tiram putih (*Plaeotus ostreatus*). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(3), 270-279. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/293/256>
- Marangoni, F., Pellegrino, L., Verduci, E., Ghiselli, A., Bernabei, R., Calvani, R., & Poli, A. (2019). Cow's milk consumption and health: a health professional's guide. *Journal of the American College of Nutrition*, 38(3), 197-208. <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1491016>
- Muhammad, E. P., Murni, A. W., Sulastri, D., & Miro, S. (2016). Hubungan derajat keasaman cairan lambung dengan derajat dispepsia pada pasien dispepsia fungsional. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 5(2), 371-375. <https://doi.org/10.25077/jka.v5i2.524>
- Pratama, D. R., Melia, S., & Purwati, E. (2020). Perbedaan konsentrasi kombinasi starter tiga bakteri terhadap total bakteri asam laktat, nilai pH, dan total asam tertitiasi yogurt. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 22(3), 339-345. <https://doi.org/10.25077/jpi.22.3.339-345.2020>
- Pratita, A. T. K., & Fathurohman, M. (2021). Aktivitas antioksidan minuman fungsional berbahan baku kacang lentil merah (*Lens culinaris* Medik). *Pharmacscript*, 4(1), 32-40. <https://doi.org/10.36423/pharmacoscript.v4i1.615>
- Purwadani, L., Imelda, F., & Darus, L. (2018). Aktivitas prebiotik polisakarida larut air biji durian in vitro pada *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus* dan *Bifidobacterium longum*. *FoodTech: Jurnal Teknologi Pangan*, 1(1), 14-24.

<http://dx.doi.org/10.26418/jft.v1i1.30346>

<http://dx.doi.org/10.36722/sst.v6i2.823>

- Retnowati P. A., & Kusnadi, J. (2014). Pembuatan minuman probiotik sari buah kurma (*Phoenix dactylifera*) dengan isolat *Lactobacillus plantarum*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(2), 70-78.
- Rizal, S., & Nurainy, F. (2017). Ketahanan terhadap kondisi pH asam dan aktifitas antagonis terhadap bakteri patogen empat jenis bakteri asam laktat. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian* 134-139.
- Sari, U. D., Malaka, R., & Maruddin, F. (2018). Nilai pH asam laktat dan warna susu fermentasi dengan penambahan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) pada lama inkubasi berbeda. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 18(3), 213-218.
- Senditya, M., Hadi, M. S., Estiasih, T., & Saparianti, E. (2014). Efek prebiotik dan sinbiotik simplisia daun cincau hitam (*Mesona palustris* BL) secara *in vivo*: Kajian Pustaka [In Press Oktober 2014]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 141-150.
- Setiarto, R. H. B., Widhyastuti, N., Saskiawan, I., & Safitri, R. M. (2017). The inulin variation concentration effect in fermentation using *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* and *S. thermophilus*. *Biopropal Industri*, 8(1), 1-17.
- Tsania, I. L., Hidayati, I., & Jariyah, I. A. (2021). Uji prebiotik mangga manalagi (*Mangifera indica* L. var manalagi) terhadap pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* secara *in vitro*. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 6(2), 102-107.
- Zare, F., Orsat, V., Champagne, C., Simpson, B.K., & Boye, J.I. (2012). Microbial and physical properties of probiotic fermented milk supplemented with lentil flour. *Journal of Food Research*, 1, 94-107.
<https://doi.org/10.5539/jfr.v1n1p94>
- Zeng, H., Lazarova, D. L., & Bordonaro, M. (2014). Mechanisms linking dietary fiber, gut microbiota and colon cancer prevention. *World Journal of Gastrointestinal Oncology*, 6(2), 41.
<https://doi.org/10.4251%2Fwjgo.v6.i2.41>
- Zotta, T., Ricciardi, A., Ianniello, R. G., Storti, L. V., Glibota, N. A., & Parente, E. (2018). Aerobic and respirative growth of heterofermentative lactic acid bacteria: A screening study. *Food Microbiology*, 76, 117-127.
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.02.017>
- Zubaidah, E. & Akhadiana, W. (2013). Comparative study of inulin extracts from Dahlia, Yam, and gembili tubers as prebiotic. *Food and Nutrition Sciences*, 4, 8-12.
<http://dx.doi.org/10.4236/fns.2013.411A002>

**PEMANFAATAN PUREE NANAS DALAM PEMBUATAN SELAI LEMBARAN
DENGAN PENAMBAHAN KONJAK DAN KARAGENAN PADA BERBAGAI
RASIO DAN KONSENTRASI**

**[UTILIZATION OF PINEAPPLE PUREE IN THE PRODUCTION OF SHEET JAM
WITH THE ADDITION OF KONJAC AND CARRAGEENAN AT VARIOUS RATIO
AND CONCENTRATIONS]**

Lucia C. Soedirga^{1*}, Joanne Tirto²

^{1,2}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: lucia.soedirga@uph.edu

ABSTRACT

Sheet jam is one of the processed products from pineapple puree. Sliced pineapple jam is a modified product of conventional jam products, which generally has to be smeared before use, so it is considered impractical. Sheet jam has a denser texture, is not sticky and does not break when folded. Hence, the correct hydrocolloid ratio and concentration affect the characteristics of the sheet jam produced. This study aimed to determine ratios (1:0, 0:1, 2:1, 1:1, 1:2) and concentrations (1%; 1.25%; 1.5%; 1.75%) konjac with carrageenan on the physicochemical characteristics of sliced pineapple jam. The combination of konjac and carrageenan, at a ratio of 2:1 at a concentration of 1%, is the best ratio and concentration in producing pineapple jam. These sheet pineapple jams have hardness and cohesiveness values of 2337.44 ± 218.612 and 0.80 ± 0.04 , respectively. This study found that the pH value of this sheet of pineapple jam was 3.73 ± 0.01 , indicating that it falls under the category of high-acid food products with yellow colour (80.85 ± 4.60) and a lightness of 46.09 ± 2.80 . The total dissolved solids of pineapple sheet jam are lower ($28.70 \pm 0.01^\circ\text{Brix}$) compared to the Indonesian National Standard 3746-2008 (minimum 65°Brix).

Keywords: carrageenan; konjac; pineapple; puree; sheet jam

ABSTRAK

Selai lembaran merupakan salah satu produk olahan dari *puree* nanas. Selai nanas lembaran merupakan produk modifikasi dari produk selai konvensional yang umumnya harus dioles ketika akan digunakan sehingga dianggap kurang praktis. Selai lembaran memiliki tekstur yang lebih padat, tidak lengket serta tidak mudah patah ketika dilipat sehingga rasio dan konsentrasi hidrokoloid yang tepat berpengaruh terhadap karakteristik selai lembaran yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan rasio (1:0, 0:1, 2:1, 1:1, 1:2) dan konsentrasi (1%; 1,25%; 1,5%; 1,75%) konjak dengan karagenan terhadap karakteristik fisikokimia selai nanas lembaran. Kombinasi konjak dengan karagenan pada rasio 2:1 yang dibuat pada konsentrasi 1% merupakan rasio dan konsentrasi terbaik dalam menghasilkan selai nanas lembaran. Selai nanas lembaran ini memiliki nilai *hardness* dan *cohesiveness* sebesar $2337,44 \pm 218,612$ dan $0,80 \pm 0,04$. pH selai nanas lembaran sebesar $3,73 \pm 0,01$ sehingga termasuk ke dalam produk pangan tinggi asam dan memiliki warna kuning ($80,85 \pm 4,60$) serta *lightness* sebesar $46,09 \pm 2,80$. Total padatan terlarut selai nanas lembaran lebih rendah ($28,70 \pm 0,01^\circ\text{Brix}$) dibandingkan dengan SNI 3746-2008 (minimal 65°Brix).

Kata kunci: karagenan.; konjak; nanas; *puree*; selai lembaran

PENDAHULUAN

Nanas (*Ananas comosus* L) merupakan salah satu buah dengan kadar air yang tinggi (85,6%) sehingga nanas termasuk ke dalam kelompok buah yang mudah rusak. Salah satu produk olahan nanas yang umumnya dibuat adalah *puree*. *Puree* nanas dibuat dengan menghancurkan buah nanas dan digunakan sebagai produk antara dalam pembuatan berbagai produk makanan dan minuman. Namun, umur simpan dari *puree* nanas juga singkat, yakni hanya selama 10 hari pada suhu kulkas. Hal ini menyebabkan *puree* nanas sebagai produk antara perlu diolah menjadi produk lain agar umur simpannya dapat menjadi lebih panjang (Chakraborty *et al.*, 2015; Chaudhary *et al.*, 2019).

Salah satu produk olahan *puree* nanas adalah selai. Selai merupakan salah satu produk olahan berbahan dasar buah dan gula, dengan dan atau tanpa penambahan bahan lain serta bahan tambahan (BSN, 2008). Selai memiliki tekstur semi padat serta mengandung 45 bagian buah dan 55 bagian gula (Awulachew, 2021). Selai umumnya harus dioles ketika akan digunakan sehingga dianggap kurang praktis. Oleh sebab itu perlu adanya modifikasi dan pengembangan produk selai menjadi bentuk lembaran untuk memberikan nilai

tambah pada produk selai dibandingkan selai pada umumnya (Wulansari, 2019). Namun hingga saat ini belum ada standar resmi untuk menentukan kualitas selai lembaran sehingga kualitas mutu selai lembaran masih mengacu kepada standar mutu selai, yakni berdasarkan SNI 3746-2008.

Selai lembaran memiliki tekstur yang lebih padat, tidak lengket serta tidak mudah patah ketika dilipat sehingga jenis dan konsentrasi hidrokoloid yang tepat berpengaruh terhadap karakteristik selai lembaran yang dihasilkan (Javanmard *et al.*, 2012). Berdasarkan Ismail *et al.* (2015), karagenan lebih banyak digunakan karena lebih stabil, mudah dicampur dengan air serta lebih murah dibandingkan hidrokoloid lainnya (Septiani *et al.*, 2013). Namun, gel yang terbentuk oleh karagenan lebih rapuh sehingga kombinasi dengan hidrokoloid lain seperti konjak dapat memperbaiki tekstur dari selai lembaran yang dihasilkan. Konjak merupakan salah satu contoh hidrokoloid yang bersifat larut air dan memiliki kemampuan untuk membentuk gel yang lebih elastis sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel (Kaya *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2021). Selain itu, konjak sebagai *gelling agent* memiliki kemampuan untuk membentuk *reversible* dan *irreversible gels*.

Efek sinergis dari kombinasi konjak dan karagenan pada pembuatan selai lembaran diharapkan dapat memberikan tekstur yang lebih kenyal dan kokoh dibandingkan jika hanya menggunakan satu jenis hidrokoloid (Banerjee & Bhattacharya, 2011). Selain itu, konsentrasi dari hidrokoloid yang digunakan juga berpengaruh terhadap karakteristik selai lembaran yang dihasilkan. Konsentrasi hidrokoloid yang terlalu tinggi dapat menyebabkan selai lembaran menjadi kaku, sedangkan jika konsentrasi hidrokoloid yang digunakan terlalu rendah dapat menyebabkan selai lembaran menjadi lembek (Ismail *et al.*, 2015; Putri *et al.*, 2013). Oleh sebab itu, rasio dan konsentrasi konjak dan karagenan yang tepat perlu ditentukan untuk menghasilkan selai lembaran dengan karakteristik fisikokimia terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan selai nanas lembaran adalah nanas varietas Honi “Sunpride”, gula “Gulaku”, asam sitrat “Cap Gajah”, kappa karagenan yang diperoleh dari CV Nura Jaya, dan konjak yang diperoleh dari Indo Food Chem. Sedangkan alat yang digunakan dalam pembuatan dan analisis selai nanas lembaran adalah pisau “Oxone”, blender “Philips HR2118”,

timbangan analitik “Ohaus”, timbangan meja “Precisa 2200C SCS”, desikator “Duran”, alat-alat gelas “Pyrex”, cawan penguapan, *heater* “Cimarec”, pH meter “Metrohm”, refraktometer no.1 and no.2 “Atago”, kromameter “Minolta CR-400”, termometer “Alla France”, *texture analyzer* “TA.XT Plus”, dan *cylindrical probe* 25 mm Perspex.

Metode Penelitian

Pembuatan *Puree* Nanas

Pembuatan *puree* nanas pada penelitian ini mengacu kepada Chakraborty *et al.* (2015) dengan modifikasi. Pembuatan *puree* nanas diawali dengan memotong mahkota dan mengupas kulit nanas. Mahkota dan kulit tersebut kemudian dibuang, sedangkan bagian buahnya dicuci. Nanas yang sudah dicuci kemudian akan dipotong menjadi ukuran 3 cm x 3 cm hingga beratnya mencapai 100 g. Nanas tersebut kemudian diblansir dengan menggunakan metode uap selama 5 menit. Setelah proses blansir selesai, nanas kemudian dicampur dengan 5 mL air, dihancurkan dengan menggunakan *blender* hingga didapatkan *puree* nanas. Analisis yang dilakukan terhadap *puree* nanas meliputi pH, rendemen, analisis warna, dan total padatan terlarut.

Sebanyak 1 g *puree* nanas dengan 3 mL air dicampur kemudian diukur pHnya

dengan menggunakan pH meter (Wong *et al.*, 2015). Pengukuran total padatan terlarut (TPT) *puree* nanas dilakukan dengan mencampur *puree* dan air pada rasio 1:3 kemudian campuran tersebut diteteskan pada prisma refractometer. Hasil yang terlihat pada refraktometer kemudian akan dibaca dan dinyatakan sebagai °brix yang merupakan total padatan terlarut (Wulansari, 2019). Analisis rendemen dilakukan dengan membagi berat *puree* nanas dengan berat awal nanas (Javanmard *et al.*, 2012). Penentuan rendemen dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat puree nanas (g)}}{\text{berat awal nanas (g)}} \times 100\%$$

Analisis warna terhadap *puree* nanas dilakukan dengan menggunakan alat *Chromameter* CR-400 yang mengacu kepada Pathare *et al.* (2013). Pengukuran dengan *Chromameter* memberikan nilai L^* , a^* , dan b^* . Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan dengan nilai 0 (hitam) hingga 100 (putih). Nilai a menunjukkan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik campuran merah-hijau dimana nilai $+a$ (positif) dari 0-100 untuk warna merah dan nilai $-a$ (negatif) dari 0-(-80) untuk warna hijau. Sedangkan nilai b menunjukkan warna kromatik campuran

biru-kuning dengan nilai $+b$ (positif) dari 0-70 untuk kuning dan nilai $-b$ (negatif) dari 0-(-70) untuk warna biru. Nilai °hue dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut, sedangkan Tabel 1 menunjukkan konversi °hue.

$$^{\circ}\text{hue} = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

Tabel 1. Konversi °hue

Warna	°hue
Merah	328 – 32
Oranye	32 – 67
Kuning	67 – 99
Kuning kehijauan	99 – 126
Hijau	126 – 152
Biru kehijauan	152 – 173
Cyan	173 – 187
Biru muda	187 – 208
Biru	208 – 272
Violet	272 – 293
Magenta	293 – 307
Ungu kemerahan	307 – 328

Sumber: Fairchild (2013)

Pembuatan Selai Nanas Lembaran dan Analisis Fisikokimia Selai Nanas Lembaran

Pembuatan selai nanas lembaran yang mengacu kepada Javanmard *et al.* (2012) dan Ismail *et al.* (2015) dengan modifikasi diawali dengan mencampur 50% *puree* nanas dengan air, gula (25%, b/b), asam sitrat (0,5%, b/b) serta campuran konjak dan karagenan pada berbagai rasio dan konsentrasi (1:0/2:1/1:1/1:2/0:1; 1%/1,25%/1,5%/1,75%). Formulasi selai nanas lembaran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Formulasi selai nanas lembaran

Komposisi	Jumlah (% berat/total berat)			
Puree nanas	50	50	50	50
Gula	25	25	25	25
Konjak:karagenan*	1	1,25	1,50	1,75
Air	23,50	23,25	23	22,75
Asam sitrat	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	100	100	100	100

Keterangan: *) Rasio: 1:0; 2:1; 1:1; 1:2, 0:1

Campuran tersebut kemudian dimasak selama 20 menit pada suhu 90°C. Setelah itu, campuran dicetak dengan menggunakan cetakan dan didinginkan di dalam kulkas selama 1 jam. Selai tersebut kemudian dipotong menjadi bentuk lembaran berukuran 8 cm x 8 cm. Analisis yang dilakukan terhadap selai lembaran meliputi analisis tekstur, analisis warna, pH.

Analisis tekstur dilakukan dengan menggunakan tekstur *analyzer* TA.XT plus. Selai nanas lembaran dipotong dengan ukuran 4cm x 3 cm. Sebanyak 3 lembar selai nanas lembaran ditumpuk kemudian dianalisis teksturnya yang meliputi kekerasan (*hardness*) dan kekompakan (*cohesiveness*). Jenis probe yang digunakan adalah *cylindrical probe* 25 mm *in diameter* (P/A) dengan *setting pretest speed: 2mm/s; test speed: 0,5 mm/s, Post-test speed: 5 mm/s; penetration distance: 3 mm dan time: 5s* (García-García *et al.*, 2019 dengan modifikasi). Analisis warna, pH, dan TPT dari selai nanas lembaran dilakukan dengan menggunakan prosedur yang sama seperti

pada analisis warna, pH, dan TPT *puree* nanas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisikokimia *Puree* Nanas

Berdasarkan Tabel 3, nilai pH dan TPT dari *puree* nanas pada penelitian ini sejalan dengan hasil yang diperoleh oleh Kamarul Zaman *et al.* (2016). Nanas tergolong ke dalam kelompok pangan dengan asam tinggi (*high acid food*) dengan rentang nilai pH berkisar antara 3-4 (Bozoglu & Erkmen, 2016). *Puree* nanas yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki pH yang cukup rendah, yakni pH 4.

Tabel 3. Karakteristik fisikokimia *puree* nanas

Parameter	Nilai	Hasil Penelitian (Kamarul Zaman <i>et al.</i> , 2016)
pH	4,01 ± 0,02	3,5-4,00
TPT (°Brix)	14,13 ± 0,12	12,2-14,2
Lightness	50,39 ± 0,16	26-27
°Hue	97,80 ± 0,24 (kuning)	75-78 (kuning)

Nilai pH pada *puree* nanas yang rendah menunjukkan bahwa nanas banyak mengandung asam organik dan sedikit mengandung gula yang menyebabkan rendahnya nilai TPT. Pada penelitian ini, TPT dari *puree* nanas yang dihasilkan hanya sebesar 14,13 ± 0,12 °Brix. Hasil ini sesuai dengan nilai TPT *puree* nanas yang dihasilkan oleh Kamarul Zaman *et al.* (2016).

Tabel 3 menunjukkan *puree* nanas pada penelitian ini lebih cerah yang

ditunjukkan dengan nilai *lightness* sebesar $50,39 \pm 0,16$ dibandingkan dengan Kamarul Zaman *et al.* (2016). Perbedaan tingkat kecerahan ini disebabkan adanya perbedaan varietas nanas yang digunakan. Kamarul Zaman *et al.* (2016) menggunakan varietas Josapine sedangkan pada penelitian ini menggunakan varietas Honi. Daging buah nanas varietas Josapine memiliki warna kuning yang lebih tua dibandingkan dengan varietas Honi sehingga *puree* nanas yang dihasilkan juga memiliki warna yang lebih gelap (Yuris & Siow, 2014).

Selain itu, pada penelitian ini dilakukan proses blansir terhadap nanas, sedangkan Kamarul Zaman *et al.* (2016) tidak melakukan proses blansir. Blansir merupakan salah satu proses perlakuan panas yang bertujuan untuk menginaktivasi enzim polifenol oksidase (PPO). Inaktivasi enzim ini dapat mempertahankan dan juga meningkatkan kecerahan warna dari produk yang dihasilkan Xiao *et al.* (2017). Tabel 3 menunjukkan *puree* nanas yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki warna kuning dengan nilai °Hue sebesar $97,80 \pm 0,24$. Hasil ini juga sejalan Kamarul Zaman *et al.* (2016) yang menghasilkan *puree* nanas dengan warna kuning.

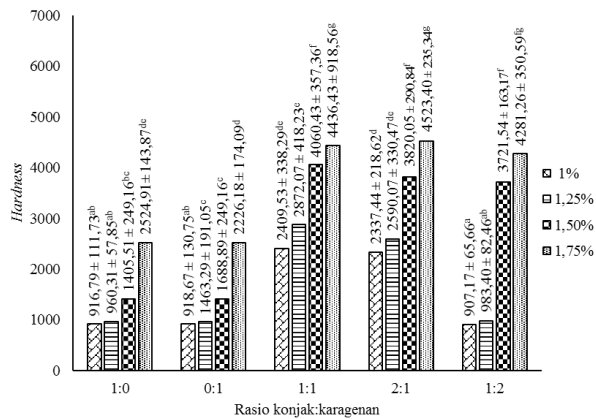
Tekstur Selai Nanas Lembaran pada Berbagai Rasio dan Konsentrasi Konjak dengan Karagenan

Analisis tekstur pada penelitian ini dilakukan terhadap atribut *hardness* (kekerasan) dan *cohesiveness* (kekompakan). Javanmard *et al.* (2012) menyatakan bahwa *hardness* merupakan parameter utama karena akan menentukan kekokohan dari selai lembaran yang dihasilkan. Selain *hardness*, *cohesiveness* juga merupakan parameter utama dalam pengukuran tekstur selai lembaran karena dapat menentukan karakteristik selai lembaran yang dihasilkan kompak atau rapuh.

Hasil statistik ANOVA menunjukkan adanya interaksi ($p < 0,05$) antara rasio dan konsentrasi konjak dengan karagenan terhadap *hardness* selai nanas lembaran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan tekstur selai nanas lembaran yang semakin keras seiring dengan meningkatnya konsentrasi hidrokoloid yang digunakan. Tekstur yang keras disebabkan karena hidrokoloid sebagai *gelling agent* dapat membuat jarak antar partikel menjadi lebih rapat sehingga dapat meningkatkan kekuatan dan kekompakan gel (Anggreana *et al.*, 2019; Kaya *et al.*, 2015; Parnanto *et al.*, 2016; Sunyoto *et al.*, 2017). Menurut Kaya *et al.*

(2015), karagenan dapat membentuk untaian ganda dengan ikatan silang yang kuat sehingga dapat membentuk tekstur yang keras namun padat. Sedangkan konjak dapat meningkatkan viskositas larutan sehingga menghasilkan tekstur yang lebih keras.



Gambar 1. *Hardness* selai nanas lembaran pada berbagai rasio dan konsentrasi hidrokoloid (konjak:karagenan)

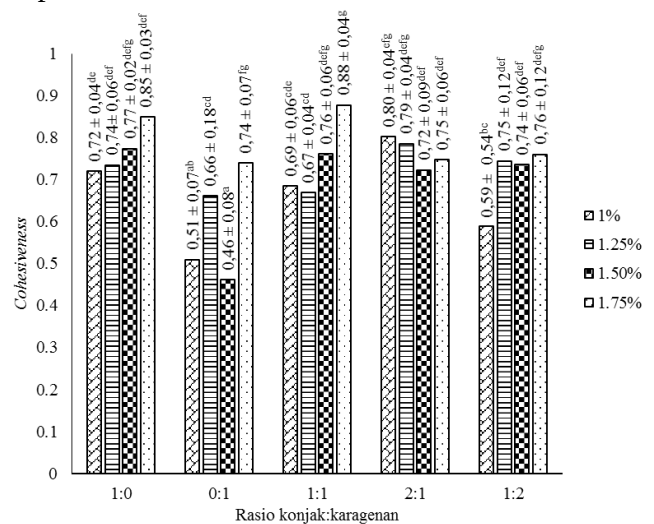
Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Gambar 1 juga menunjukkan bahwa selai nanas lembaran yang dibuat dengan menggunakan satu jenis hidrokoloid (konjak atau karagenan) pada rasio 1:0 dan 0:1 tidak menunjukkan adanya perbedaan tingkat kekerasan pada konsentrasi hidrokoloid yang tinggi (1,5% dan 1,75%). Namun, ketika konjak dan karagenan dicampur pada rasio 1:1, kekerasannya menjadi meningkat secara signifikan pada setiap konsentrasi dibandingkan dengan rasio 1:0 dan 0:1.

Konjak dan karagenan memiliki efek sinergis. Konjak memiliki

kemampuan yang baik dalam menahan partikel seperti air dan sukrosa, sedangkan karagenan akan membantu proses evaporasi air di dalam gel sehingga menyebabkan terjadinya penyusutan gel sehingga menyebabkan ikatan menjadi lebih dekat dan gel menjadi lebih keras. Oleh sebab itu, penggunaan kombinasi konjak dan karagenan akan menyebabkan tekstur selai menjadi lebih keras (Atmaka *et al.*, 2013; Kaya *et al.* 2015).

Hasil analisis statistik ANOVA menunjukkan terdapat interaksi ($p < 0,05$) antara rasio dan konsentrasi konjak dengan karagenan terhadap *cohesiveness* selai nanas lembaran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Cohesiveness* selai nanas lembaran pada berbagai rasio dan konsentrasi konjak dengan karagenan

Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Cohesiveness didefinisikan sebagai besarnya gaya yang diperlukan untuk membuat makanan terdeformasi sebelum

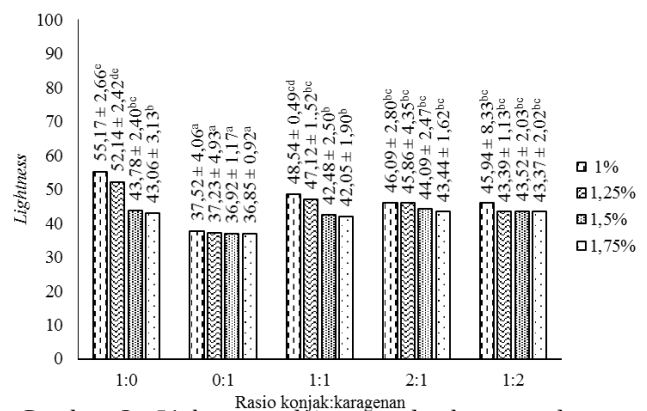
terputus. Selain itu *cohesiveness* juga dapat didefinisikan sebagai kekuatan ikatan internal yang membentuk inti dari suatu produk. Nilai *cohesiveness* yang lebih tinggi menunjukkan bahwa produk pangan lebih padat atau memiliki kekuatan yang lebih besar untuk mempertahankan keutuhannya (Chandra & Shamasundar, 2015; Radocaj *et al.*, 2011).

Warna Selai Nanas Lembaran pada Berbagai Rasio dan Konsentrasi Konjak dengan Karagenan

Gambar 3 menunjukkan adanya interaksi ($p < 0,05$) diantara rasio dan konsentrasi hidrokoloid (konjak:karagenan) terhadap *lightness* selai nanas lembaran. Selai nanas lembaran yang dibuat hanya dengan menggunakan karagenan memiliki nilai kecerahan yang lebih rendah dibandingkan dengan yang dibuat hanya dengan menggunakan konjak saja atau dibuat dengan menggunakan berbagai kombinasi konjak dan karagenan.

Menurut Kaya *et al.* (2015); Anggreana *et al.* (2019); Sunyoto *et al.* (2017); peningkatan konsentrasi hidrokoloid akan menyebabkan gel yang lebih padat. Hal ini disebabkan karena hidrokoloid yang juga termasuk sebagai *gelling agent* akan menyebabkan partikel untuk saling berdekatan, mengurangi ruang antar partikel dan menyebabkan refleksi

cahaya yang lebih sedikit sehingga menyebabkan penurunan nilai *lightness*. Peningkatan konsentrasi konjak juga akan menyebabkan warna produk pangan menjadi semakin pudar karena kecendrungan konjak untuk membentuk sedimentasi yang menyebabkan penampakan yang keruh pada selai lembaran.



Gambar 3. *Lightness* selai nanas lembaran pada berbagai rasio dan konsentrasi konjak dengan karagenan.

Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Tabel 4 menunjukkan nilai °Hue dan konversi warna dari nilai °Hue tersebut. Nilai °Hue dari selai nanas lembaran yang dihasilkan berkisar antara $76,17 \pm 1,23$ hingga $83,79 \pm 3,22$ yang berada dalam rentang warna kuning. Hasil ini sejalan dengan Tabel 3 yang menunjukkan warna dari *puree* nanas adalah kuning dengan nilai °Hue adalah $97,80 \pm 0,24$. Warna kuning pada selai nanas lembaran berasal pigmen xantofil

yang terdapat secara alami pada buah nanas (Brown dan Ensminger, 2015).

Tabel 4 Nilai °hue dan warna selai nanas lembaran pada berbagai rasio dan konsentrasi konjak dengan karagenan

Rasio K:Kr	Konsentrasi (%)	°Hue	Warna
1:0	1	83,79 ± 3,22	Kuning
	1,25	83,48 ± 2,32	
	1,50	83,40 ± 0,63	
	1,75	82,51 ± 1,61	
0:1	1	76,17 ± 1,23	Kuning
	1,25	76,70 ± 0,83	
	1,50	77,35 ± 4,38	
	1,75	79,84 ± 9,61	
1:1	1	77,82 ± 8,37	Kuning
	1,25	80,04 ± 5,67	
	1,50	81,36 ± 6,55	
	1,75	82,20 ± 5,38	
2:1	1	80,85 ± 4,60	Kuning
	1,25	79,88 ± 4,12	
	1,50	79,62 ± 3,16	
	1,75	79,50 ± 4,83	
1:2	1	75,48 ± 4,37	Kuning
	1,25	80,38 ± 3,26	
	1,50	82,24 ± 1,09	
	1,75	83,17 ± 1,59	

Keterangan: K (Konjak); Kr (Karagenan)

pH Selai Nanas Lembaran pada Berbagai Rasio dan Konsentrasi Konjak dengan Karagenan

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat interaksi ($p < 0,05$) antara rasio dan konsentrasi konjak dengan karagenan terhadap nilai pH dari selai nanas lembaran seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi konjak yang digunakan, maka semakin rendah pH dari selai nanas lembaran. pH selai nanas lembaran berkisar antara $3,35 \pm 0,04$ hingga $3,89 \pm 0,01$ yang menunjukkan bahwa

produk ini tergolong dalam kelompok produk makanan dengan asam tinggi ($pH < 4$). Grup asetil pada struktur kimia konjak akan bereaksi dengan ion hidroksida sehingga dengan semakin meningkatnya konsentrasi konjak, maka terjadi peningkatan jumlah grup asetil yang bereaksi dengan ion hidroksida. Hal ini menyebabkan penurunan nilai pH dan peningkatan tingkat keasaman (Bozoglu & Erkmen, 2016).

Tabel 5 Nilai pH selai nanas lembaran pada berbagai rasio dan konsentrasi konjak dengan karagenan

Rasio K:Kr	Konsentrasi (%)	pH
1:0	1	$3,60 \pm 0,06^{efg}$
	1,25	$3,59 \pm 0,04^{ef}$
	1,50	$3,43 \pm 0,03^b$
	1,75	$3,35 \pm 0,04^a$
0:1	1	$3,57 \pm 0,03^{de}$
	1,25	$3,63 \pm 0,02^{fgh}$
	1,50	$3,68 \pm 0,02^i$
	1,75	$3,74 \pm 0,01^j$
1:1	1	$3,65 \pm 0,02^{ghi}$
	1,25	$3,61 \pm 0,02^{efg}$
	1,50	$3,54 \pm 0,03^{cd}$
	1,75	$3,50 \pm 0,02^c$
2:1	1	$3,73 \pm 0,01^j$
	1,25	$3,65 \pm 0,01^{ghi}$
	1,50	$3,67 \pm 0,01^{hi}$
	1,75	$3,61 \pm 0,04^{efg}$
1:2	1	$3,57 \pm 0,01^{de}$
	1,25	$3,61 \pm 0,05^{efg}$
	1,50	$3,81 \pm 0,03^k$
	1,75	$3,89 \pm 0,02^l$

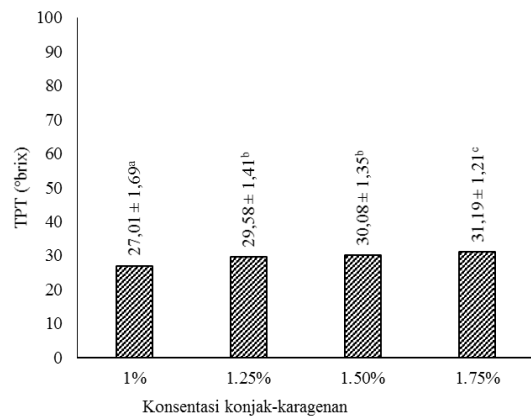
Keterangan: K (Konjak); Kr (Karagenan). Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada nilai pH menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Nilai pH berbanding lurus dengan konsentrasi karagenan, yakni semakin tinggi konsentrasi karagenan yang digunakan maka pH dari produk juga akan semakin tinggi. Karagenan memiliki sifat

basa yang dapat menetralkan asam dalam produk pangan. Nanas memiliki kandungan asam sitrat yang tinggi sehingga semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ada pada produk, maka ion H^+ dari asam sitrat yang terikat juga akan lebih banyak dan menyebabkan adanya peningkatan nilai pH (Bozoglu & Erkmen, 2016; Chaudhary *et al.*, 2019; Hounhouigan *et al.*, 2014).

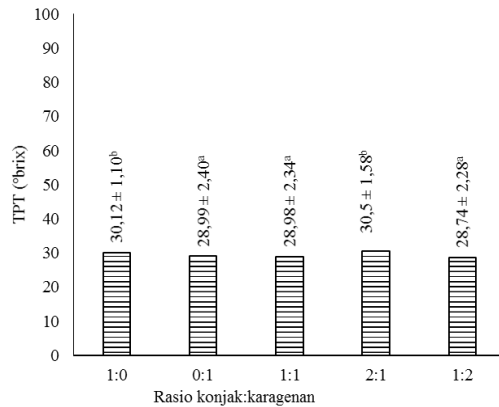
Total Padatan Terlarut (TPT) Selai Nanas Lembaran pada Berbagai Rasio dan Konsentrasi Konjak dengan Karagenan

Hasil analisis statistik menunjukkan tidak ada interaksi ($p>0,05$) antara rasio dan konsentrasi konjak dengan karagenan terhadap TPT selai nanas lembaran, namun terdapat perbedaan signifikan ($p<0,05$) diantara konsentrasi konjak dengan karagenan terhadap TPT selai nanas lembaran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 serta terdapat perbedaan signifikan ($p<0,05$) diantara rasio konjak dengan karagenan terhadap TPT selai nanas lembaran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Selai nanas lembaran dengan konsentrasi konjak-karagenan sebesar 1,75% memiliki TPT yang tertinggi secara signifikan ($31,19 \pm 1,21^\circ\text{Brix}$) dibandingkan dengan konsentrasi lainnya.



Gambar 4. TPT selai nanas lembaran pada berbagai konsentrasi konjak dengan karagenan
Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan beda nyata ($p<0,05$)

Gambar 5 menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p<0,05$) TPT selai nanas lembaran yang dibuat dengan menggunakan campuran konjak dengan karagenan pada rasio 1:0 dan 2:1 dibandingkan dengan rasio 0:1, 1:1, dan 1:2. Hal ini menunjukkan bahwa selai nanas lembaran yang dibuat dengan menggunakan konjak memiliki nilai TPT yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan karagenan. Hasil yang didapat sejalan dengan Kaya *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa konjak memiliki kemampuan untuk mengikat air lebih baik dari karagenan sehingga akan menghasilkan TPT yang lebih tinggi.



Gambar 5. TPT selai nanas lembaran pada berbagai rasio konjak dengan karagenan

Keterangan: Notasi huruf *superscript* yang berbeda pada diagram batang menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan Gambar 5, nilai TPT tertinggi selai nanas lembaran adalah sebesar $31,19 \pm 1,21^\circ \text{Brix}$. Nilai ini tidak memenuhi TPT selai, yakni minimal 65°Brix (BSN, 2008). Selai lembaran merupakan modifikasi bentuk selai yang awalnya berbentuk semi padat (agak cair) menjadi lembaran-lembaran yang kompak, plastis, dan tidak lengket. Adanya perbedaan bentuk dari selai dengan selai lembaran ini juga memengaruhi perbedaan total padatan terlarutnya. Namun hingga saat ini belum ada standar resmi untuk menentukan kualitas selai lembaran sehingga kualitas mutu selai lembaran masih mengacu kepada standar mutu selai.

KESIMPULAN

Selai nanas lembaran yang dibuat dengan menggunakan 1% hidrokoloid yang merupakan kombinasi konjak dengan karagenan pada rasio 2:1 merupakan konsentrasi dan rasio hidrokoloid terbaik

pada penelitian ini. Nilai *hardness* dan *cohesiveness* dari selai nanas lembaran ini masing-masing sebesar $2337,44 \pm 218,612$ dan $0,80 \pm 0,04$. Selai nanas lembaran ini memiliki pH $3,73 \pm 0,01$ dan tergolong ke dalam kelompok produk pangan tinggi asam. Kombinasi konjak dengan karagenan pada rasio 2:1 yang dibuat pada konsentrasi 1% menghasilkan selai nanas lembaran dengan *lightness* sebesar $46,09 \pm 2,80$ serta memiliki warna kuning dengan nilai $^\circ \text{hue}$ sebesar $80,85 \pm 4,60$.

Di dalam standar mutu selai berdasarkan SNI 3746-2008, hanya nilai TPT saja yang dapat dibandingkan pada penelitian ini, yakni nilai TPT pada penelitian lebih rendah ($28,70 \pm 0,01^\circ \text{Brix}$) dibandingkan dengan nilai TPT selai berdasarkan SNI (minimal 65°Brix).

SARAN

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk menentukan umur simpan selai nanas lembaran. Selai nanas lembaran pada penelitian ini memiliki karakteristik warna yang kurang cerah sehingga perlu adanya perlakuan pendahuluan lain terhadap nanas yang digunakan untuk menghasilkan selai nanas lembaran dengan tingkat kecerahan yang lebih tinggi. Selain itu perlu dilakukan analisis organoleptik untuk mengetahui penerimaan panelis terhadap selai nanas lembaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreana, R., I. Fitiana, & D. Larasati. (2019). Pengaruh perbedaan proporsi penambahan konjak terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik jeli sari buah anggur hitam (*Vitis vinifera* L.var Alphonso Lavallo). *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Penelitian*, 14(2), 16-29. <http://dx.doi.org/10.26623/jtphp.v14i2.2425>
- Atmaka, W., Nurhartadi, E., & Karim, M. M. (2013). Pengaruh penggunaan campuran karaginan dan konjak terhadap karakteristik permen jelly temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(2), 66-74.
- Awulachew, M. (2021). Fruit jam production. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics*, 10(4), 532–537. <http://dx.doi.org/10.19070/2326-3350-2100092>
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2008). *SNI 3746:2008 Selai Buah*. Badan Standardisasi Nasional.
- Banerjee, S., & Bhattacharya, S. (2011). Compressive textural attributes, opacity and syneresis of gels prepared from gellan, agar and their mixtures. *Journal of Food Engineering*, 102(3), 287–292. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.08.025>
- Bozoglu, T. F., & Erkmen, O. (2016). *Food Microbiology: Principles into Practice*. John Wiley & Sons.
- Brown, A., & Ensminger, H. A. (2015). *Understanding Food Principles and Preparation* (5th Ed.). Canada Press.
- Chakraborty, S., Rao, P. S., & Mishra, H. N. (2015). Effect of combined high pressure–temperature treatments on color and nutritional quality attributes of pineapple (*Ananas comosus* L.) puree. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 28, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.01.004>
- Chandra, M. V., & B. A. Shamasundar. (2014). Texture profile analysis and functional properties of gelatin from the skin of three species of freshwater fish. *International Journal of Food Properties*, 18 (3), 572-584. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.845787>
- Chaudhary, V., Kumar, V., Singh, K., Kumar, R., & Kumar, V. (2019). Pineapple (*Ananas cosmosus*) product processing: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 4642–4652.
- Erkmen, O., & T. F. Bozoglu. (2016). *Food Microbiology: Principles into Practice*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Fairchild, M. D. (2013). *Color Appearance Models*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- García-García, A. B., Ochoa-Martínez, L. A., Lara-Ceniceros, T. E., Rutiaga-Quíñones, O. M., Rosas-Flores, W., & González-Herrera, S. M. (2019). Changes in the microstructural, textural, thermal and sensory properties of apple leathers containing added agavins and inulin. *Food Chemistry*, 301, 124590. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.143>
- Hounhouigan, M. H., Linnemann, A. R., Soumanou, M. M., & van Boekel, M. A. J. S. (2014). Effect of Processing

- on the Quality of Pineapple Juice. *Food Reviews International*, 30(2), 112–133. <https://doi.org/10.1080/87559129.2014.883632>
- Ismail, G. H., Yusuf, N., & Mile, L. (2015). Formulasi selai lembaran dari campuran rumput laut dan buah nanas. *The NIKe Journal: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(4), 142-148. <https://doi.org/10.37905/v3i4.1326>
- Javanmard, M., Chin, N. L., Mirhosseini, S. H., & Endan, J. (2012). Characteristics of gelling agent substituted fruit jam: studies on the textural, optical, physicochemical, and sensory properties. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(9), 1808–1818. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03036.x>
- Kamarul Zaman, A. A., Shamsudin, R., & Mohd Adzahan, N. (2016). Effect of blending ratio on quality of fresh pineapple (*Ananas comosus* L.) and mango (*Mangifera indica* L.) juice blends. *International Food Research Journal*, 23, 101-106.
- Kaya, A. O. W., Suryani, A., Santoso, J., & Rusli, M. S. (2015). The effect of gelling agent concentration on the characteristic of gel produced from the mixture of semi-refined carrageenan and glukomannan. *International Journal of Sciences Basic and Applied Research*, 20(1), 313–324.
- Liu, Z., Ren, X., Cheng, Y., Zhao, G., & Zhou, Y. (2021). Gelation mechanism of alkali induced heat-set konjac glucomannan gel. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.025>
- Parnanto, N. H. R., Nurhartadi, E., & Rohmah, L.N. (2016). Karakteristik kimia dan sensori permen jelly sari pepaya (*Carica papaya* L.) dengan konsentrasi karagenan-konjak sebagai gelling agents. *Jurnal Teknosains Pangan*, 5(1), 19 -27.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A.-J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36–60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Putri, I. R., Basito, B., & Widowati, E. (2013). Pengaruh konsentrasi agar-agar dan karagenan terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensori selai lembaran pisang (*Musa paradisiaca* L.) varietas raja bulu. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(3), 112-120.
- Raocaj, O. F., Dimic, E.B., & Vuiasinovic, V.B. (2011). Optimization of the texture of fat-based spread containing hull-less pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed press-cake. *Acta Periodica Technologica*, 42, 131-143. <https://doi.org/10.2298/APT1142131R>
- Septiani, I. N., Basito, B., & Widowati, E. (2013). Pengaruh konsentrasi agar-agar dan karagenan terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensori selai lembaran jambu biji merah (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 6(1), 27-35. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13502>
- Siddiqui, N. H., Azhar, I., Tarar, O. M., Masood, S., & Mahmood, Z. A. (2015). Influence of pectin concentrations on physico-chemical and sensory qualities of jams. *World Journal of Pharmacy and*

- Pharmaceutical Sciences*, 4(6), 68-77. ISSN: 2278-4357.
- Sunyoto, R. K., Suseno, T. I. P., & Utomo, A. R. (2017). Pengaruh konsentrasi agar batang terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik selai murbei hitam (*Morus nigra* L.) lembaran. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi (Journal of Food Technology and Nutrition)*, 16(1), 1-7. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v16i1.1384>
- Utomo, B. S. B., Darmawan, M., Hakim, A. R., & Ardi, D. T. (2014). Physicochemical properties and sensory evaluation of jelly candy made from different ratio of k-carrageenan and konjac. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 9(1), 25-34. <https://doi.org/10.15578/squalen.v9i1.93>
- Wong, C. W., Pui, L. P., & Ng, J. M. L. (2015). Production of spray-dried Sarawak pineapple (*Ananas comosus*) powder from enzyme liquefied puree. *International Food Research Journal*, 22(4), 1631-1636.
- Wulansari, D. (2019). The effect of Comparison of starfruit and carrot porridge on characteristics of sheet jam. *Indonesian Food Science & Technology Journal*, 2(2), 37-45. <https://doi.org/10.22437/iftstj.v2i2.9495>
- Xiao, H.-W., Pan, Z., Deng, L.-Z., El-Mashad, H. M., Yang, X.-H., Mujumdar, A. S., Gao, Z.-J., & Zhang, Q. (2017). Recent developments and trends in thermal blanching – A comprehensive review. *Information Processing in Agriculture*, 4(2), 101-127. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.02.001>
- Yuris, A., & Siow, L.-F. (2014). A comparative study of the antioxidant properties of three pineapple (*Ananas comosus* L.) varieties. *Journal of Food Studies*, 3(1), 40-56. <http://dx.doi.org/10.5296/jfs.v3i1.4995>

PEMANFAATAN TEH DAUN SALAM DALAM PEMBUATAN KOMBUCHA

[UTILIZATION OF BAY LEAF TEA IN KOMBUCHA PRODUCTION]

Yuniwaty Halim^{1*}, Marianto Halim²

^{1,2}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: yuniwaty.halim@uph.edu

ABSTRACT

*Kombucha is a beverage made from tea and sugar, fermented with a symbiosis of bacteria and yeast. Kombucha is known for its health effect, therefore many traditional plants are used in the making of kombucha. Bay leaf or *Syzygium polyanthum* is one type of tropical plant that is often found in Indonesia. Bay leaf functions as an antioxidant, antiviral, antimicrobial, anti-inflammatory, and antitumor. In this research, bay leaves were processed using different processing methods, namely fresh tea (unprocessed), black tea, and green tea to reduce their astringency. The aims of this research were to determine the best processing method for bay leaf to be used in kombucha making and to determine the best concentration of bay leaf tea and fermentation time in making kombucha. The bay leaf tea concentration of 30%, 40%, and 50% and fermentation time of 7, 10, and 13 days were used. Results showed that bay leaf was best processed using green tea method, with total phenolic content obtained of 240.29 ± 9.48 mg GAE/L, total flavonoids of 41.61 ± 0.97 mg QE/L, total condensed tannins of 371.03 ± 5.60 mg CE/L, and antioxidant activity with IC_{50} of 9605.58 ± 279.12 ppm. Furthermore, kombucha made with the addition of 50% bay leaf tea and fermentation time of 10 days was chosen because it had the best organoleptic characteristics and antioxidant activity with IC_{50} of 6920.10 ± 360.04 ppm, total phenolic content of 340.21 ± 0.45 mg GAE/L, and total flavonoid content of 122.21 ± 1.53 mg QE/L.*

Keywords: bay leaf; fermented beverage; kombucha; SCOBY; tea

ABSTRAK

Kombucha merupakan produk minuman yang dibuat dari teh dan gula yang difermentasi menggunakan simbiosis bakteri dan khamir. Kombucha diketahui memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan, sehingga banyak tanaman tradisional yang dimanfaatkan dalam pembuatan kombucha. Daun salam atau *Syzygium polyanthum* merupakan salah satu tanaman tropis yang banyak ditemukan di Indonesia. Daun salam diketahui berfungsi sebagai antioksidan, antivirus, antimikroba, antiinflamasi, dan antitumor. Pada penelitian ini, daun salam diproses dengan berbagai metode, yaitu teh segar (tanpa proses), teh hitam, dan teh hijau, untuk mengurangi rasa sepat daun salam. Tujuan penelitian ini adalah menentukan metode pengolahan daun salam terbaik untuk pembuatan kombucha, serta menentukan konsentrasi teh dan lama fermentasi terbaik dalam pembuatan kombucha. Adapun konsentrasi teh daun salam yang digunakan adalah 30, 40, dan 50%, dengan lama fermentasi 7, 10, dan 13 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pengolahan daun salam terbaik adalah dengan metode pengolahan teh hijau, yang menghasilkan total fenolik sebesar $240,29 \pm 9,48$ mg GAE/L, total flavonoid sebesar $41,61 \pm 0,97$ mg QE/L, total tanin terkondensasi sebesar $371,03 \pm 5,60$ mg CE/L, dan aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar $9605,58 \pm 279,12$ ppm. Selain itu, kombucha yang dibuat dengan penambahan teh daun salam sebesar 50% dan lama fermentasi 10 hari merupakan formulasi terpilih karena memiliki karakteristik organoleptik terbaik, dan aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar $6920,10 \pm 360,04$ ppm, total fenolik sebesar $340,21 \pm 0,45$ mg GAE/L, dan total flavonoid sebesar $122,21 \pm 1,53$ mg QE/L.

Kata kunci: daun salam; kombucha; minuman fermentasi; SCOBY; teh

PENDAHULUAN

Kombucha merupakan salah satu jenis minuman hasil fermentasi teh dan sukrosa. Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi kombucha merupakan simbiosis antara bakteri dan khamir (Wijaya *et al.*, 2017). Bakteri yang berperan merupakan bakteri asam asetat, antara lain *Acetobacter xylinoides*, *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter aceti*, dan *Bacterium gluconicum*. Adapun beberapa spesies khamir yang berperan dalam fermentasi kombucha adalah *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces ludwigii*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Candida* sp. *Pichia membranaefaciens*, dan *Saccharomyces cerevisiae* (Yuningtyas *et al.*, 2021). Kultur *starter* yang digunakan dalam pembuatan kombucha sering disebut sebagai SCOBY (*Symbiotic Culture Bacteria and Yeast*) (Khamidah dan Antarlina, 2020).

Fermentasi kombucha menghasilkan beberapa vitamin (B1, B2, B6, B12, dan C), asam organik, asam amino esensial, mineral, dan senyawa fenolik (Khamidah & Antarlina. 2020). Manfaat kombucha bagi kesehatan yaitu meningkatkan sistem imun tubuh, menurunkan tekanan darah, menurunkan kolesterol, mencegah penyakit

kardiovaskular, dan mencegah radikal bebas (Zubaidah *et al.*, 2019).

Walaupun teh yang berasal dari tanaman *Camellia sinensis* merupakan substrat utama dalam pembuatan kombucha, saat ini telah banyak tanaman lain yang banyak dimanfaatkan dalam pembuatan kombucha. Tanaman yang sering digunakan dalam pembuatan kombucha ini adalah daun yang mengandung fenolik dan flavonoid tinggi (Suhardini & Zubaidah, 2016; Wijaya *et al.*, 2017).

Daun salam atau *Syzygium polyanthum* merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang sering ditemukan di Indonesia. Daun salam tergolong ke dalam famili *Myrtaceae*. Daun salam diketahui mengandung flavonoid, selenium, vitamin A, vitamin C, dan vitamin E yang berfungsi sebagai antioksidan (Wistiana & Zubaidah, 2015). Flavonoid pada daun salam merupakan salah satu komponen yang diketahui berfungsi sebagai antimikroba (Yuningtyas *et al.*, 2021). Selain itu, daun salam diketahui dapat berfungsi sebagai antivirus, antiinflamasi, dan antitumor (Halim, 2021). Beberapa pemanfaatan daun salam dari penelitian sebelumnya yaitu dalam pembuatan teh herbal (Halim, 2021), pengawet alami

(Husain & Musa., 2021), dan *jelly drink* (Trisnasary & Wardaya, 2021).

Pada penelitian ini, kombucha dibuat dengan menggunakan teh daun salam yang diolah dengan metode pengolahan teh yang berbeda yaitu daun segar (tanpa pengolahan), teh hijau, dan teh hitam. Tujuan penelitian ini adalah menentukan metode pengolahan daun salam terbaik berdasarkan aktivitas antioksidan, warna, total fenolik, total flavonoid, dan total tanin terkondensasi, serta menentukan konsentrasi teh daun salam dan lama fermentasi terbaik dalam pembuatan kombucha.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun salam berwarna hijau dan segar yang diperoleh dari toko di Tangerang Selatan, gula pasir “Gulaku”, *starter* kombucha (SCOBY) dengan ukuran diameter 9 cm dan ketebalan 1 cm yang diperoleh dari toko lokal di kota Tangerang, 0,1 mM DPPH, reagen *Folin-Ciocalteu*, larutan Na_2CO_3 75%, larutan *buffer*, indikator *phenolphthalein*, standar katekin, kuersetin, HCl, vanilin, air distilasi “AMIDIS”, AlCl_3 , alkohol, dan larutan NaOH 0,1 N.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik

“OHAUS”, toples kaca, oven “Mettler”, *heater*, spektrofotometer UV-Vis “DLAB SP-V1000”, *hand-refractometer*, kromameter “Konica Minolta CR-400”, pH meter “Metrohm”, dan alat-alat gelas.

Pembuatan Teh Daun Salam

Prosedur pembuatan teh daun salam terbagi menjadi tiga perlakuan, yaitu daun salam segar (tanpa pengolahan), teh hitam, dan teh hijau. Proses pembuatan teh yang difermentasi (teh hitam) diawali dengan daun salam disortir dan dicuci. Daun salam kemudian dilayukan pada suhu ruang (25°C) selama 24 jam. Selanjutnya, daun salam difermentasi selama 2 jam dan dikeringkan ke dalam oven dengan suhu 100°C selama 6 jam (Anggraini, 2018; Deb & Pou, 2016 dengan modifikasi).

Proses pembuatan teh yang tidak difermentasi (teh hijau) diawali dengan daun salam dicuci dan disortir. Daun salam kemudian dilayukan pada suhu ruang (25°C) selama 24 jam. Selanjutnya, daun salam diberi perlakuan *steaming* dengan suhu 100°C selama 30 menit dan dikeringkan ke dalam oven dengan suhu 100°C selama 3 jam (Akila *et al.*, 2018; Halim & Maryani, 2022 dengan modifikasi).

Daun salam segar, daun salam yang difermentasi (teh hitam), dan daun salam yang tidak difermentasi (teh hijau)

dianalisis untuk beberapa parameter, yaitu kadar air (AOAC, 2005), aktivitas antioksidan (Lestari *et al.*, 2021; Yuningtyas *et al.*, 2021), total fenolik (Marjoni *et al.*, 2015; Yuningtyas *et al.*, 2021), warna (Halim, 2021; Yenrina *et al.*, 2016), total flavonoid (Azizah *et al.*, 2020; Halim 2021), dan total tanin terkondensasi (Halim 2021; Malangngi *et al.*, 2012).

Pembuatan Kombucha Teh Daun Salam

Proses pengolahan daun salam terbaik kemudian digunakan dalam pembuatan kombucha. Proses pembuatan kombucha diawali dengan menimbang teh daun salam terpilih sebanyak 32 g dan diseduh ke dalam air 800 ml air dengan suhu 100°C selama 15 menit. Setelah itu, air seduhan teh daun salam terpilih diambil sesuai dengan perlakuan (30%, 40% dan 50%). Gula pasir ditambahkan ke dalam air seduhan sebanyak 30% (v/v).

Teh daun salam kemudian didinginkan pada suhu 25°C dan dipindahkan ke dalam toples kaca untuk proses fermentasi kombucha. *Mother tea* dan SCOBY dimasukkan ke dalam air seduhan sesuai dengan perlakuan. Toples kaca ditutup dan dilakukan fermentasi sesuai dengan perlakuan (7, 10, 13 hari). Adapun tabel formulasi kombucha teh daun salam dapat dilihat pada Tabel 1. Kombucha teh daun salam yang dihasilkan kemudian dianalisis. Analisis yang

dilakukan meliputi analisis aktivitas antioksidan (Lestari *et al.*, 2021; Yuningtyas *et al.*, 2021), total fenolik (Marjoni *et al.*, 2015; Yuningtyas *et al.*, 2021;), Nilai pH (AOAC, 2005), total padatan terlarut (Bayu *et al.*, 2017; Tjoa, 2021), total asam tertitiasi (AOAC, 2005), total flavonoid (Azizah *et al.*, 2020; Halim 2021), dan uji organoleptik berupa uji hedonik (Tjoa, 2021).

Tabel 1. Formulasi kombucha teh daun salam

Bahan	Formulasi		
	I	II	III
Air rebusan teh daun salam (%)	30	40	50
Gula pasir (%)	30	30	30
<i>Mother tea</i> (%)	40	30	20

Sumber: Nurhayati *et al.* (2020); Tjoa (2021) dengan modifikasi

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang dilakukan untuk menentukan proses pengolahan daun salam terpilih adalah rancangan acak lengkap faktorial 1 faktor, dengan perlakuan proses pengolahan teh segar, teh hitam, dan teh hijau dan pengulangan sebanyak 3 kali. Rancangan percobaan yang digunakan untuk menentukan formulasi kombucha terpilih adalah rancangan acak lengkap faktorial dua faktor. Kedua faktor tersebut adalah konsentrasi teh daun salam (30%, 40%, dan 50%) dan lama fermentasi (7, 10, dan 13 hari) dengan pengulangan sebanyak dua kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Teh Daun Salam

Sebelum digunakan dalam pembuatan kombucha, daun salam diolah dengan 3 cara, yaitu daun salam segar (tanpa pengolahan), melalui proses fermentasi (teh hitam), dan tidak difermentasi (teh hijau). Karakteristik teh daun salam yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa kadar air dari teh daun salam telah sesuai dengan standar BSN (2016) mengenai teh, yaitu maksimal 8% untuk teh hijau dan 7% untuk teh hitam. Hasil yang diperoleh untuk kadar air teh hitam adalah $4,75 \pm 0,24$ % dan teh hijau sebesar $6,92 \pm 0,29$ %.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan, kadar fenolik, flavonoid, dan total tanin terkondensasi tertinggi diperoleh pada daun salam yang melalui pengolahan seperti teh hijau (tanpa fermentasi). Hal ini sesuai dengan teori bahwa komponen fenolik berperan sebagai antioksidan (Elmastaş *et al.*, 2006)

Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu pengeringan teh maka akan menurunkan aktivitas antioksidan karena terjadinya degradasi senyawa fenolik. Selain itu, suhu dan waktu penyeduhan juga mempengaruhi aktivitas antioksidan

(Rababah *et al.*, 2015). Total fenolik pada teh hijau yang diperoleh pada penelitian ini ($240,29 \pm 9,48$ mg GAE/L) lebih kecil dari penelitian Halim (2021), yaitu sebesar $546,06 \pm 11,33$ mg GAE/L. Hal ini dapat disebabkan oleh proses pengolahan teh yang berbeda, yaitu dalam hal suhu dan waktu pengeringan yang dilakukan (Hardoko *et al.*, 2015).

Tabel 2. Karakteristik teh daun salam

Parameter	Teh hijau	Teh hitam	Daun segar
Aktivitas antioksidan (ppm)	9606,58 $\pm 279,12^c$	48015,57 $\pm 1720,24^b$	185756,46 $\pm 5629,37^a$
Kadar air (%)	4,75 $\pm 0,24$	6,92 $\pm 0,29$	28,55 $\pm 0,48$
Total fenolik (mg GAE/L)	240,29 $\pm 9,48^a$	50,80 $\pm 0,88^b$	28,55 $\pm 0,48^c$
Total flavonoid (mg QE/L)	41,61 $\pm 0,97^a$	17,36 $\pm 0,20^b$	8,38 $\pm 0,22^c$
Total tanin terkondensasi (mg CE/L)	371,03 $\pm 5,60^a$	149,55 $\pm 5,60^b$	18,37 $\pm 0,45^c$
Lightness (L*)	53,73 $\pm 0,20^b$	53,43 $\pm 0,76^b$	54,80 $\pm 0,30^a$
Warna	Kuning merah		

Keterangan:

- Perbedaan notasi huruf pada baris yang sama menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ($p < 0,05$)
- Untuk kadar air, tidak dilakukan uji statistik

Total flavonoid dan total tanin terkondensasi pada pengolahan teh hijau memiliki hasil yang paling tinggi, yaitu secara berturut-turut sebesar $41,61 \pm 0,97$ mg QE/L dan $371,03 \pm 5,60$ mg CE/L. Hasil total flavonoid dan tanin terkondensasi berbanding lurus dengan total fenolik. Menurut Rochmat *et al.* (2020), senyawa flavonoid pada daun salam terdiri dari 2,3-dihydro-3,5-

dihydroxy- 6-methyl- 4H pyran-4-one, *alpha-tocopherol*, *beta-tocopherol*, dan *pyrogallol*. Berdasarkan parameter warna, daun salam yang diolah dengan metode berbeda menghasilkan tingkat kecerahan (*lightness*) maupun warna yang relatif sama. Warna kuning merah dapat disebabkan oleh komponen tanin yang terkandung dalam teh (Hardoko *et al.*, 2015).

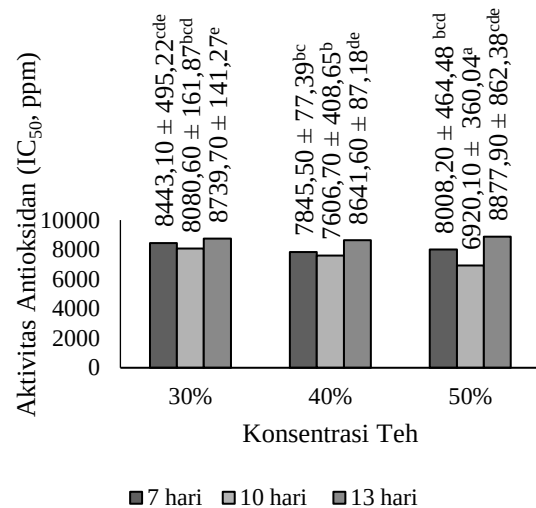
Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka teh hijau daun salam digunakan pada pembuatan kombucha. Adapun perlakuan yang dilakukan meliputi konsentrasi teh (30%, 40, dan 50%) dan waktu fermentasi (7, 10, dan 13 hari).

Pengaruh Konsentrasi Teh dan Lama Fermentasi terhadap Aktivitas Antioksidan Kombucha

Hasil uji statistik menggunakan *univariate* menunjukkan bahwa konsentrasi teh dan lama fermentasi berpengaruh secara signifikan terhadap aktivitas antioksidan kombucha ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan kombucha meningkat pada hari ke-10 fermentasi dari setiap konsentrasi teh (30%, 40%, dan 50%) dan mengalami penurunan pada hari ke-13. Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada kombucha yang ditambahkan 50%

teh hijau daun salam dan difermentasi selama 10 hari dengan IC_{50} sebesar $6920,10 \pm 360,04$ ppm.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi teh dan lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan kombucha

Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Peningkatan aktivitas antioksidan disebabkan oleh kultur kombucha yang masih aktif melakukan aktivitas metabolisme hingga hari ke-10, namun pada hari ke-13, fermentasi kombucha telah menghasilkan asam. Suasana asam menyebabkan senyawa fenolik sulit melepaskan proton yang dapat berikatan dengan DPPH dikarenakan senyawa fenolik dalam suasana asam lebih stabil (Suhardini *et al.* 2015). Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian Ahmed *et al.* (2020), yaitu kombucha yang dibuat dari teh hitam memiliki aktivitas antioksidan tertinggi pada hari ke-10 fermentasi.

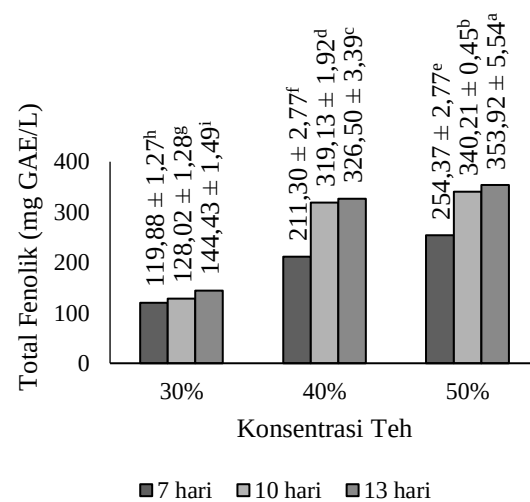
Pengaruh Konsentrasi Teh dan Lama Fermentasi terhadap Total Fenolik Kombucha

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa konsentrasi teh dan lama fermentasi berpengaruh secara signifikan terhadap total fenolik kombucha ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi teh dan lama fermentasi maka akan menghasilkan total fenolik lebih tinggi. Pada penelitian ini dapat dilihat total fenolik tertinggi diperoleh pada kombucha yang ditambahkan 50% teh hijau daun salam dan difermentasi selama 13 hari, yaitu sebesar $353,92 \pm 5,54$ mg GAE/L.

Hal ini sesuai Yuningtyas *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa salah satu komponen daun salam adalah senyawa fenol, sehingga penambahan teh daun salam yang lebih tinggi akan meningkatkan total fenolik kombucha. Total fenolik pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kombucha yang dibuat dari teh hitam, yaitu sebesar 88,8 ppm (Ahmed *et al.*, 2020). Selain itu, semakin lama fermentasi kandungan fenol akan meningkat. Hal ini juga sesuai dengan Suhardini & Zubaidah (2016), yang menyatakan bahwa pada saat proses fermentasi kombucha, bakteri dan khamir

akan melakukan metabolisme yang menghasilkan senyawa flavonoid melalui reaksi enzimatis. Selain itu, isomer katekin yaitu epigalokatekin galat, epikatekin galat, epigalokatein, dan epikatein akan mengalami biotransformasi menjadi senyawa sederhana yang menyebabkan senyawa fenolik semakin banyak seiring berjalannya proses fermentasi.

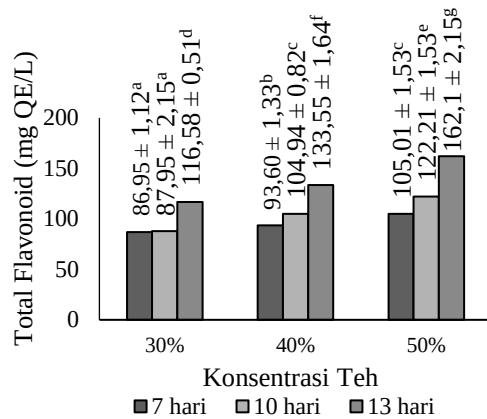


Gambar 2. Pengaruh konsentrasi teh dan lama fermentasi terhadap total fenolik kombucha

Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Pengaruh Konsentrasi Teh dan Lama Fermentasi terhadap Total Flavonoid Kombucha

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa konsentrasi teh dan lama fermentasi berpengaruh secara signifikan terhadap total flavonoid kombucha ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi teh dan lama fermentasi terhadap total flavonoid kombucha

Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Gambar 3 menunjukkan bahwa total flavonoid berbanding lurus dengan total fenolik yaitu semakin tinggi konsentrasi teh dan lama fermentasi, maka total flavonoid kombucha yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan senyawa flavonoid tergolong ke dalam senyawa fenolik (Suhardini & Zubaidah, 2016). Hal ini juga sesuai dengan penelitian Ayuratri & Kusnadi (2017) yang menyatakan bahwa pada saat proses fermentasi berlangsung, mikroba akan mengubah senyawa fenol menjadi senyawa sederhana, salah satunya adalah senyawa flavonoid.

Pengaruh Konsentrasi Teh dan Lama Fermentasi terhadap Warna Kombucha

Analisis warna dilakukan menggunakan kromameter. Hasil yang diperoleh berupa nilai L^* , a^* , dan b^* . L^* menunjukkan tingkat kecerahan, sedangkan a^* dan b^* digunakan untuk

menentukan jenis warna dengan cara menghitung nilai Hue.

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa konsentrasi teh dan lama fermentasi tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai kecerahan (*lightness*) kombucha yang dihasilkan ($p > 0,05$). Adapun tingkat kecerahan kombucha berkisar dari $54,34 \pm 1,43$ – $55,56 \pm 0,15$. Jika kombucha dibandingkan dengan teh hijau daun salam yang memiliki nilai kecerahan $53,73 \pm 0,20$, maka dapat dikatakan terjadi sedikit peningkatan kecerahan pada sampel. Hal ini disebabkan tingkat kecerahan dari kombucha dipengaruhi oleh pH dari kombucha. Semakin asam nilai pH maka warna akan lebih cerah (Wistiana & Zubaidah, 2015).

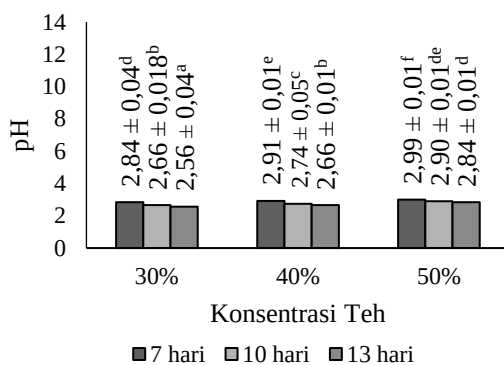
Nilai Hue yang dihasilkan dari kombucha yang dibuat dengan berbagai konsentrasi teh dan lama fermentasi berkisar antara $88,20 \pm 1,12$ hingga $89,56 \pm 0,19$. Nilai Hue tersebut menunjukkan warna kombucha yang dihasilkan adalah kuning merah.

Pengaruh Konsentrasi Teh dan Lama Fermentasi terhadap pH Kombucha

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa konsentrasi teh dan lama fermentasi berpengaruh secara signifikan terhadap

nilai pH kombucha ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa secara umum, lama fermentasi yang semakin panjang menghasilkan kombucha dengan pH semakin rendah. Selain itu, semakin rendah konsentrasi teh yang digunakan, pH kombucha yang dihasilkan juga semakin rendah.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi teh dan lama fermentasi terhadap pH kombucha
Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

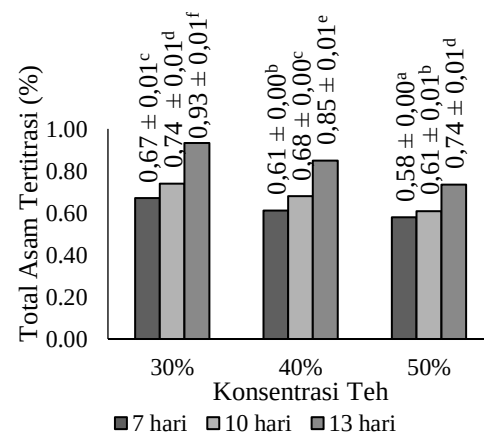
Menurut Wistiana dan Zubaidah (2015), perubahan nilai pH menjadi rendah pada kombucha disebabkan peningkatan asam asetat pada saat proses fermentasi berlangsung. Penurunan nilai pH ini disebabkan oleh metabolisme bakteri *Acetobacter xylinum* pada starter kombucha yang pada proses fermentasi yang akan melepaskan proton-proton bebas dan menghasilkan asam pada kombucha (Purnami *et al.*, 2018). Nilai pH kombucha yang diperoleh pada penelitian ini berada pada rentang $2,66 \pm 0,01$ hingga

$2,99 \pm 0,01$. Secara umum, nilai pH kombucha berkisar $2,62 - 3,27$ (Cahyaningtyas, 2018).

Pengaruh Konsentrasi Teh dan Lama Fermentasi terhadap Total Asam Tertitrasi Kombucha

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa konsentrasi teh dan lama fermentasi berpengaruh secara signifikan terhadap total asam tertitrasi kombucha ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa lama fermentasi yang semakin panjang menghasilkan kombucha dengan total asam tertitrasi semakin tinggi. Selain itu, semakin rendah konsentrasi teh yang digunakan, total asam tertitrasi kombucha yang dihasilkan juga semakin tinggi.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi teh dan lama fermentasi terhadap total asam tertitrasi kombucha
Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

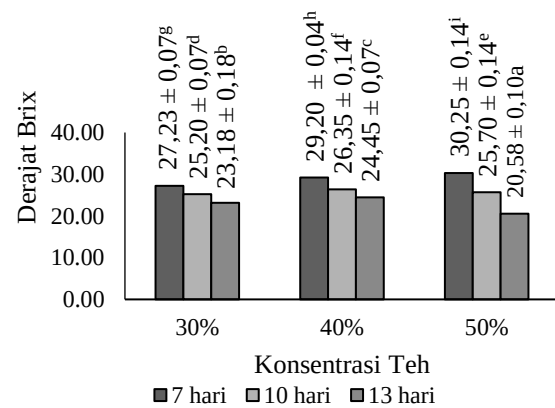
Hal ini sesuai dengan teori bahwa total asam tertitrasi berbanding terbalik

dengan nilai pH, yaitu semakin tinggi total asam tertitrasi maka akan semakin rendah nilai pH. Total asam tertitrasi akan meningkat seiring dengan proses fermentasi sehingga semakin lama proses fermentasi maka total asam asetat yang dihasilkan pada kombucha akan semakin tinggi (Purnami *et al.*, 2018).

Pengaruh Konsentrasi Teh dan Lama Fermentasi terhadap Total Padatan Terlarut Kombucha

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa konsentrasi teh dan lama fermentasi berpengaruh secara signifikan terhadap total padatan terlarut kombucha ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka total padatan terlarut akan semakin menurun. Total padatan terlarut pada setiap konsentrasi teh (30, 40, dan 50%) lebih tinggi pada hari ke-7 dan seiring proses fermentasi berlangsung semakin menurun pada hari ke -10 dan hari ke-13. Hal ini disebabkan pada saat proses fermentasi mikroorganisme yaitu bakteri dan khamir melakukan degradasi substrat seperti gula dan komponen larut pada teh sehingga total padatan terlarut dalam kombucha akan semakin menurun (Nurhayati *et al.*, 2020).



Gambar 6. Pengaruh konsentrasi teh dan lama fermentasi terhadap total padatan terlarut kombucha

Keterangan: Perbedaan notasi huruf menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Pengaruh Konsentrasi Teh dan Lama Fermentasi terhadap Organoleptik Kombucha

Uji organoleptik yang dilakukan pada penelitian ini merupakan uji hedonik yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap kombucha. Pada penelitian ini jumlah panelis adalah sebanyak 15 orang.

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa konsentrasi teh dan lama fermentasi berpengaruh secara signifikan terhadap parameter rasa, aroma, rasa alkohol, dan penerimaan keseluruhan kombucha yang dihasilkan ($p < 0,05$). Selain itu, hasil uji statistik menggunakan *Univariate* juga menunjukkan bahwa konsentrasi teh dan lama fermentasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penerimaan panelis

dalam hal warna ($p>0,05$). Hasil uji organoleptik ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa secara umum, waktu fermentasi yang lebih panjang dan konsentrasi teh daun salam yang lebih tinggi menghasilkan kombucha dengan tingkat penerimaan yang lebih baik. Hal ini terlihat pada seluruh parameter yang dinilai oleh para panelis, kecuali untuk parameter warna.

Berdasarkan seluruh analisis yang dilakukan, formulasi kombucha terbaik pada penelitian ini dipilih berdasarkan aktivitas antioksidan, total fenolik, total flavonoid, dan uji organoleptik. Formulasi terbaik merupakan kombucha yang dibuat dengan penambahan konsentrasi teh daun salam sebesar 50% dengan lama fermentasi 10 hari.

Tabel 3. Hasil uji organoleptik hedonik kombucha dengan berbagai perlakuan

Konsentrasi Teh	Lama Fermentasi	Parameter Penilaian				
		Aroma	Rasa	Rasa Alkohol	Warna	Penerimaan Keseluruhan
30%	7 hari	$2,87 \pm 0,64^a$	$3,13 \pm 1,00^a$	$4,13 \pm 1,06^a$	$5,73 \pm 1,03^a$	$4,93 \pm 0,96^a$
	10 hari	$3,13 \pm 0,91^a$	$3,47 \pm 1,20^a$	$4,20 \pm 1,20^a$	$6,20 \pm 0,77^a$	$5,00 \pm 1,36^a$
	13 hari	$3,20 \pm 0,67^a$	$3,87 \pm 1,25^{ab}$	$4,53 \pm 1,30^{ab}$	$5,87 \pm 1,36^a$	$5,07 \pm 1,22^a$
40%	7 hari	$4,00 \pm 0,85^b$	$4,33 \pm 1,18^{bc}$	$5,26 \pm 1,16^{bc}$	$6,06 \pm 1,10^a$	$5,20 \pm 0,86^a$
	10 hari	$4,47 \pm 1,00^{bc}$	$4,93 \pm 1,00^c$	$5,33 \pm 1,35^{bcd}$	$6,00 \pm 1,07^a$	$5,40 \pm 0,99^a$
	13 hari	$4,80 \pm 1,08^c$	$5,00 \pm 1,20^c$	$5,73 \pm 1,16^{cde}$	$6,20 \pm 0,86^a$	$5,30 \pm 1,04^a$
50%	7 hari	$5,73 \pm 1,10^d$	$6,06 \pm 0,80^d$	$6,20 \pm 1,08^{de}$	$5,87 \pm 0,74^a$	$5,67 \pm 1,18^{ab}$
	10 hari	$6,27 \pm 0,80^d$	$6,26 \pm 1,03^d$	$6,33 \pm 0,98^e$	$6,00 \pm 0,76^a$	$6,27 \pm 0,96^b$
	13 hari	$6,6 \pm 0,79^e$	$6,40 \pm 1,06^d$	$6,40 \pm 1,24^e$	$6,06 \pm 0,80^a$	$6,30 \pm 0,96^b$

Keterangan: 1 = sangat tidak suka; 7 = sangat suka.

Perbedaan notasi huruf pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan signifikan ($p<0,05$)

Perbandingan Kombucha dengan Formulasi Terbaik dengan Kontrol

Kombucha terbaik pada penelitian ini kemudian dibandingkan dengan kontrol, yaitu teh hijau daun salam yang tidak difermentasi menjadi kombucha. Hasil perbandingan kontrol dan kombucha terbaik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa proses pengolahan teh daun salam menjadi kombucha dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, total fenolik, maupun total flavonoid. Hal ini dikarenakan pada saat

diolah menjadi kombucha mengalami proses fermentasi. Proses fermentasi akan meningkatkan total fenolik dari teh hijau daun salam. Peningkatan total fenolik diakibatkan hasil metabolisme pada reaksi enzimatik (Suhardini & Zubaidah, 2016).

Meningkatnya total fenolik juga berpengaruh terhadap total flavonoid dan aktivitas antioksidan. Hal ini disebabkan flavonoid merupakan salah satu komponen fenolik dan fenolik merupakan salah satu komponen yang berperan dalam peningkatan aktivitas antioksidan.

Tabel 4. Perbandingan teh hijau daun salam dan kombucha terbaik

Parameter	Teh hijau daun salam	Kombucha terbaik
Aktivitas antioksidan (ppm)	9605,58 ± 279,12	6920,10 ± 360,04
Total fenolik (mg GAE/L)	240,29 ± 9,48	340,21 ± 0,45
Total flavonoid (mg QE/L)	41,61 ± 0,97	122,21 ± 1,53
Warna	Kuning merah	Kuning merah
Lightness	54,80 ± 0,30	54,35 ± 1,43
Total asam tertitrasi (%)	-	0,61 ± 0,00
Total padatan terlarut (°Brix)	-	25,70 ± 0,14
pH	-	2,90 ± 0,00

KESIMPULAN

Metode pengolahan daun salam terbaik untuk pembuatan kombucha adalah metode pengolahan tanpa fermentasi (teh hijau). Teh hijau daun salam memiliki total fenolik 240,29 ± 9,48 mg GAE/L, total flavonoid 41,61 ± 0,97 mg QE/L, total tanin terkondensasi 371,03 ± 5,60 mg CE/L, dan aktivitas antioksidan dengan IC₅₀ sebesar 9605,58 ± 279,12 ppm.

Kombucha dengan formulasi terbaik terdapat pada konsentrasi penambahan teh 50% dengan lama fermentasi 10 hari. Formulasi ini memiliki aktivitas antioksidan (IC₅₀) 6920,10 ± 360,04 ppm, total fenolik 340,21 ± 0,45 mg GAE/L, total flavonoid 122,21 ± 1,53 mg QE/L, nilai pH 2,90 ± 0,00, serta nilai hedonik secara keseluruhan 6,27 ± 0,96, yang berarti panelis menyatakan suka dengan produk kombucha tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, R. F., Hikal, M. S., & Abou-Taleba, K. A. (2020). Biological, chemical and antioxidant activities of different types kombucha. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(1), 35-41. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.04.001>
- Akila, B., Vijayalakshmi, R., Hemalatha, G., & Arunkumar, R. (2018). Development and evaluation of functional property of guava leaf based herbal tea. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3), 3036-3039.
- Anggraini, T. (2018). *Proses dan Manfaat Teh*. Erka Press.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2005). *Official Methods of Analysis*. Washington D.C.
- Ayuratri, M. K., & Kusnadi, J. (2017). Aktivitas antibakteri kombucha jahe (*Zingiber officinale*) varietas jahe dan konsentrasi madu). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(3), 95-107.
- Azizah, A. N., Gita, C. E. D., & Fitrianti, D. (2020). Formulasi SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) dari raw kombucha berdasarkan perbandingan larutan gula dan larutan teh gula. *Prosiding Farmasi Seminar Penelitian Sivitas Akademika Unisba* (pp. 235-331). Fakultas MIPA Unisba.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2016). *Teh Hijau*. SNI 3946:2016. Badan Standardisasi Nasional.

- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2016). *Teh Hitam*. SNI 1906:2016. Badan Standardisasi Nasional.
- Bayu, M. K., Heni, R., & Nurwantoro, N. (2017). Analisis total padatan terlarut, keasaman, kadar lemak, dan tingkat viskositas pada kefir optima dengan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(2), 33-38.
- Cahyaningtas, Y.D.W. (2018). *Pengaruh lama fermentasi terhadap total asam tertitrasi (TAT) dan karakteristik fisik (uji organoleptik) pada teh kombucha serai (Cymbopogon citratus (DC.) Stapf.)*. [Bachelor Thesis]. Universitas Sanata Dharma, Depok.
- Deb, S. & Pou, K.R.J. (2016). A review of withering in processing of black tea. *Journal of Biosystem*, 41(4), 365-372.
<https://doi.org/10.5307/JBE.2016.41.4.365>
- Elmastaş, M., Gülçinb, İ., Işildaka, Ö., Küfrevioğlu, Ö. İ. İbaoğlua, K., & Aboul-Eneinc, H. Y. (2006). Radical scavenging activity and antioxidant capacity of bay leaf extracts. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 3(3), 258-266.
<https://doi.org/10.1007/BF03247217>
- Halim, C. F. (2021). *Physicochemical characteristic of bay leaf herbal tea with addition of eucalyptus oil and lemon juice*. [Bachelor Thesis]. Universitas Pelita Harapan, Tangerang.
- Hardoko, Putri, T. S., & Eveline. (2015). In vitro anti-goit activity and phenolic content of "black tea" soursop *Annona muricata* L. leave brew. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(11), 735-743.
- Husain, R. & Musa, F. (2021). Larutan daun salam sebagai pengawet alami pada ikan selar kuning. *Jambura Fish Processing Journal*, 3(1), 9-15.
<https://doi.org/10.37905/jfpj.v3i1.7070>
- Khamidah, A. & Antarlina S.S. (2020). Peluang minuman kombucha sebagai pangan fungsional. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 14(2), 184-200.
- Lestari, D., Dewi, M. M. A., & Saputri, L. H. (2021). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun mangga kasturi. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 3(3), 164-173.
<https://doi.org/10.33759/jrki.v3i3.169>
- Malangngi, L. P., Sangi, M. S., & Paendong, J. J. E. (2012). Penentuan kandungan tanin dan uji aktivitas antioksidan ekstrak biji alpukat (*Persea americana* Mill.) *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 1(1), 5-10.
<https://doi.org/10.35799/jm.1.1.2012.423>
- Marjoni, M.R., Alfinaldi, & Novita, A.R. (2015). Kandungan total fenol dan aktivitas antioksidan ekstrak daun kersen. *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 23(3), 187-196.
- Halim, Y. & Maryani, M. (2022). Functional and sensory properties of Indonesian bay leaf (*Syzygium polyanthum*) herbal tea. *Food Research*, 6(2), 25-33.
[https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(2\).174](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(2).174)
- Nurhayati, Sih, Y., & Aurora, U. (2020). Karakteristik fisikokimia dan

- sensori kombucha cascara (kulit kopi ranum). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 31(1), 38-49. <https://doi.org/10.6066/jtip.2020.31.1.38>
- Purnami, K. I., Jambe, A. A. G. N. A., & Wisaniyasa, N. W. (2018). Pengaruh jenis teh terhadap karakteristik teh kombucha. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 7(2), 1-10. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i02.p01>
- Rababah, T. M., Alhamad, M., Al-Mahasneh, M., Ereifej, K., Andrade, J., Altarifim B., Almajwal, A., & Yang, W. (2015). Effect of drying process on total phenolic, antioxidant activity and flavonoid contents of common Mediterranean herbs. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 8(2), 145-150.
- Rochmat, A., Hidayati, A., Mujijah, & Suhaedah. (2020). *In silico* study and bioactivity of flavonoid extract *Syzygium polyanthum* (Wight) Walp. leaves against *Salmonella typhi*. *World Chemical Engineering Journal*, 4(2), 39-45. <http://dx.doi.org/10.48181/wcej.v4i2.10593>
- Suhardini, P. N. & Zubaidah E. (2016). Studi aktivitas antioksidan kombucha dari berbagai jenis daun selama fermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1), 221-229.
- Tjoa, S. I. P. (2021). *Pengaruh penambahan madu terhadap aktivitas fisikokimia kombucha daun pegagan*. [Bachelor Thesis]. Universitas Pelita Harapan, Tangerang.
- Trisnasary, N. P. & Wardaya, A. W. W. W. (2021). Uji stabilitas herbal *jelly drink* ekstrak biji alpukat dan daun salam. *Journal of Herbs and Pharmacological*, 3(1), 33-41. <https://doi.org/10.55093/herbapharma.v3i1.208>
- Wijaya, H., Muin, R., & Permata, E. (2017). Karakteristik fisik produk fermentasi kombucha dari berbagai daun berflavanoid tinggi. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(4), 255-262.
- Wistiana, D. & Zubaidah, E. (2015). Karakteristik kimiawi dan mikrobiologis kombucha dari berbagai daun tinggi fenol selama fermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1446-1457.
- Yenrina R., Sayuti, K., & Anggraini, T. (2016). Effect of natural colorants on color and antioxidant activity of “kolang kaling”. *Pakistan Journal of Nutrition*, 15(12), 1061-1066. <https://doi.org/10.3923/pjn.2016.1061.1066>
- Yuningtyas, S., Masaenah, E., & Telaumbanua, M. (2021). Aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar vitamin C dari kombucha daun salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.). *Jurnal Farmamedika*, 6(1), 10-14. <https://doi.org/10.47219/ath.v6i1.116>
- Zubaidah, E., Afgani, C. A., Kalsum, U., Srinta I., & Phillipe J. B. (2019). Comparison of *in vivo* antidiabetes activity of snake fruit kombucha, black tea kombucha and metformin. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 17, 465-469. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.12.026>

**PEMANFAATAN UBI JALAR UNGU DALAM PEMBUATAN ES KRIM SUSU
ALMOND DENGAN VARIASI JENIS BAHAN PENSTABIL**

**[UTILIZATION OF PURPLE SWEET POTATO IN ALMOND MILK ICE CREAM
USING DIFFERENT TYPES OF STABILIZERS]**

Jessica Prisella¹, Intan Cidarbulan Matita^{2*}, Titri Siratantri Mastuti³

^{1,2}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Indonesia

*Korespondensi penulis: intan.matita@uph.edu

ABSTRACT

Ice cream is generally made with cow's milk which contains high levels of saturated fat and cholesterol. Plant ingredients such as almond nuts can be processed and used as a substitute for cow's milk in ice cream formulation. In Indonesia, one of the local ingredients that can be easily found is purple sweet potato. The use of purple sweet potato in almond milk ice cream can be done to increase the functional value of the ice cream due to the anthocyanin content of purple sweet potato. In addition, the right type of stabilizer and amount of water need to be studied to obtain desirable texture of the almond milk ice cream. In this study, the almond milk ice cream was made with the addition of purple sweet potato puree was made using a purple sweet potato mash ratio and water 70:30, 80:20, 90:10, 100:0 with various types of stabilizer, namely carboxymethyl cellulose, carrageenan, and guar gum. The purple sweet potato contained 171.36 ± 0.18 mg/100 g of anthocyanin. The selected almond milk ice cream is the one with the ratio of 90:10 using guar gum as stabilizer. The almond milk ice cream had total anthocyanins 34.08 ± 0.30 mg/100 g, total solids $33.32 \pm 0.66\%$, overrun $20.35 \pm 1.89\%$, viscosity 3165.00 ± 48.48 cP, and melting time 50.79 ± 1.11 minute/10 g.

Keywords: almond milk; anthocyanin; natural food coloring; non-dairy ice cream; purple sweet potato

ABSTRAK

Es krim pada umumnya dibuat dengan bahan dasar susu sapi yang mengandung kadar lemak jenuh dan kolesterol yang tinggi. Bahan pangan nabati seperti kacang almond dapat diolah sebagai bahan pengganti susu sapi dalam pembuatan es krim. Di Indonesia, salah satu bahan pangan yang mudah didapat adalah ubi jalar ungu. Penggunaan ubi jalar ungu dalam formulasi es krim susu *almond* ini dapat menghasilkan es krim dengan nilai tambah karena kandungan antosianin dalam ubi jalar ungu. Selain itu, jenis bahan penstabil dan jumlah air yang tepat perlu diketahui agar tekstur es krim susu *almond* yang baik dapat terbentuk. Es krim susu almond pada penelitian ini dibuat dengan penambahan pure ubi jalar ungu dan air dengan rasio 70:30, 80:20, 90:10, 100:0 dan variasi jenis bahan penstabil yaitu CMC, *carrageenan*, dan *guar gum*. Pada penelitian ini, *mash* ubi jalar ungu yang digunakan memiliki total antosianin sebesar $171,36 \pm 0,18$ mg/100 g. Es krim susu *almond* terpilih adalah es krim dengan penambahan *mash* ubi jalar ungu dan air dengan rasio 90:10 dan bahan penstabil *guar gum*. Es krim susu almond terpilih memiliki total antosianin $34,08 \pm 0,30$ mg/100 g, total padatan $33,32 \pm 0,66\%$, *overrun* $20,35 \pm 1,89\%$, viskositas $3165,00 \pm 48,48$ cP, dan waktu leleh $50,79 \pm 1,11$ menit/10 g.

Kata kunci: es krim; almond; ubi jalar ungu; antosianin

PENDAHULUAN

Salah satu produk pangan yang digemari oleh masyarakat luas adalah es krim. Es krim merupakan produk pangan olahan beku berbahan dasar susu. Pada umumnya es krim dibuat dengan bahan dasar susu sapi yang mengandung kadar lemak jenuh sebesar 65,6% dan kadar kolesterol sebesar 16,71 mg/dL (Pietrzak-Fiecko & Kamelska-Sadowska, 2020). Studi klinis menunjukkan bahwa beberapa komponen pada susu dapat dikaitkan pada efek kesehatan yang negatif seperti alergi susu sapi (*cow milk allergy*), intoleransi laktosa (*lactose intolerance*), anemia, dan penyakit jantung coroner (Swagerty *et al.*, 2002; Kneepkens & Meijer, 2009).

Dalam beberapa tahun terakhir, bahan pangan nabati dianggap sebagai bahan pangan fungsional karena kandungan komponen bioaktif yang memberikan dampak positif bagi kesehatan. Bahan pangan nabati seperti kacang dan sereal dapat diolah menjadi susu nabati sebagai bahan pangan alternatif pengganti susu sapi. Susu nabati pada dasarnya tidak mengandung kolesterol, asam lemak jenuh, dan laktosa seperti susu sapi dan dapat menjadi sumber mineral, *non-allergic proteins*, dan asam lemak esensial yang baik (Kundu *et al.*, 2018).

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman bahan pangan

sumber karbohidrat. Salah satu bahan pangan lokal sumber karbohidrat yang mudah didapatkan adalah ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). Terdapat beberapa jenis ubi jalar berdasarkan warnanya yaitu ubi jalar ungu, putih, kuning, dan oranye. Warna ungu pada ubi jalar ungu disebabkan oleh senyawa antosianin yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan serta pewarna alami pada produk pangan. Menurut Torres *et al.* (2021) ubi jalar ungu kaya akan antioksidan dengan adanya senyawa antosianin sebesar 150,7 mg/100 g (bb). Penggunaan ubi jalar dalam formulasi es krim dilakukan oleh Babu *et al.* (2018) sebagai bahan baku pengganti lemak. Dalam penelitian tersebut, es krim rendah lemak yang diformulasikan menggunakan ubi jalar mendapat penerimaan sensori serta karakteristik fisikokimia yang serupa dengan es krim tinggi lemak (kontrol). Hasil penerimaan sensori yang baik juga ditemukan oleh Wijaya *et al.* (2021) yang menggunakan ubi jalar ungu dalam formulasi es krim. Dalam penelitian tersebut, es krim ubi jalar ungu secara keseluruhan disukai oleh mayoritas (80.8%) panelis.

Karena kandungan lemak yang rendah, penggunaan susu nabati cenderung menghasilkan es krim rendah lemak. Hal ini akan berdampak pada tekstur es krim menjadi lebih kasar dan mempercepat

waktu leleh (Romulo *et al.*, 2021). Untuk itu, penggunaan bahan penstabil diperlukan agar es krim berbasis susu nabati dapat memiliki tekstur yang tetap lembut dan memperlambat waktu leleh (Razak *et al.*, 2019; Kot *et al.*, 2021). Selain bahan penstabil, penambahan air juga dapat mempengaruhi tekstur es krim. Air diperlukan dalam mempertahankan fase kontinyu dalam es krim yang memengaruhi tekstur es krim. Air dapat berperan sebagai pendispersi dalam melarutkan komponen zat padat dalam es krim dan memengaruhi pembentukan kristal es (Syed *et al.*, 2018).

Dalam penelitian ini, susu *almond* digunakan sebagai pengganti susu sapi dalam pembuatan es krim karena kandungan lemaknya yang rendah. Penggunaan ubi jalar ungu dalam formulasi es krim susu *almond* ini dapat menghasilkan es krim dengan nilai tambah karena kandungan antosianin dalam ubi jalar ungu. Selain itu, jenis bahan penstabil dan jumlah air yang tepat dapat membantu membentuk tekstur yang baik untuk es krim susu *almond*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan untuk pembuatan es krim adalah kacang almond mentah dari *e-commerce*, ubi jalar ungu dari pasar Sepatan, *carrageenan powder*, CMC, *guar gum*

powder, monodigliserida “Cortina”, gula pasir, perisa pasta vanilla, dan air mineral. Bahan kimia yang digunakan untuk keperluan analisis adalah KCl, HCl 37% “SMART-LAB”, CH₃COONa, etanol “Merck”, heksan “Merck”, *mixed indicator*, H₃BO₃, H₂SO₄ “Merck”, selenium, K₂SO₄, larutan H₂O₂ “SMART-LAB”, larutan NaOH, dan akuades “Amidis”.

Alat yang digunakan untuk pembuatan es krim adalah *ice cream maker* “DeLonghi Gelataio”, panci pengukus, spatula, *food processor*, blender, *hand mixer*, kompor, sendok, pisau, kain saring nilon, *plastic wrap*, *glasswares*, timbangan digital, batang pengaduk, termometer air raksa, lemari pendingin, *freezer*, dan *ice cream cup*. Alat yang digunakan untuk keperluan analisis dalam penelitian ini cawan penguapan, oven “Mettler”, desikator “Duran”, timbangan analitik “Sartorius”, spektrofotometer UV-Vis “DLAB SP-V1000”, kuvet, kertas saring Whatman no. 1, *bulb pump*, corong, pipet tetes, pipet mohr, *stopwatch*, mikropipet dan tip, aluminium foil, pH meter “Metrohm”, *hot plate* “Thermolyne Cimarec SP 142020-33Q”, kondensor, batu didih, *thimble*, *soxhlet*, labu lemak “Buchi”, *rotary evaporator* “Heidolph”, *viscometer* “Brookfield 4 RVDV I+”, dan *viscometer spindle* no.6.

Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap, tahap pendahuluan dan tahap utama. Tahap pendahuluan mencakup pembuatan susu almond dan *mash* ubi jalar ungu, sedangkan tahap utama mencakup pembuatan es krim susu almond dengan rasio *mash* ubi jalar ungu:air dan jenis bahan penstabil yang berbeda.

Rancangan percobaan yang digunakan untuk penelitian tahap utama adalah rancangan acak lengkap 2 faktor dengan tiga kali pengulangan (duplo). Faktor pertama adalah rasio *mash* ubi jalar ungu:air yaitu 70:30, 80:20, 90:10, dan 100:0. Faktor kedua adalah jenis bahan penstabil yaitu *carboxymethyl cellulose*, *carrageenan*, dan *guar gum*. Uji statistik dilakukan dengan metode *Two-way ANOVA* menggunakan *IBM SPSS Statistics version 25*.

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah total antosianin (Ekaputra & Pramitasari, 2020; AOAC, 2005), kadar lemak (AOAC, 2005), *overrun* (Susilawati *et al.*, 2014), dan kecepatan waktu leleh (Siswati *et al.*, 2019). Pengukuran *overrun* dilakukan dengan melihat pengembangan volume es krim melalui pengukuran perbedaan volume adonan es krim sebelum dan sesudah dimasukkan ke dalam *ice cream maker*. Pengukuran volume ini dilakukan dengan menggunakan gelas ukur. Persentase *overrun* kemudian

dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Overrun} = \frac{\text{vol.es krim} - \text{vol.adonan es krim}}{\text{vol.adonan es krim}} \times 100$$

Pengukuran kecepatan waktu leleh dilakukan dengan meletakkan es krim sebanyak 10 gram ke dalam sloki dan disimpan di dalam *freezer* selama 24 jam. Setelah 24 jam, es krim yang berada di sloki diletakkan pada suhu ruang hingga es krim meleleh sempurna. Waktu yang dibutuhkan untuk es krim meleleh sempurna dicatat sebagai kecepatan waktu leleh.

Penelitian Pendahuluan

Pembuatan susu *almond* mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Kundu *et al.* (2018) dan Ceylan & Ozer (2020) dengan modifikasi. Prosedur pembuatan susu almond diawali dengan sortasi dan pencucian, kemudian perendaman kacang *almond* selama 12 jam dengan rasio kacang almond:air mineral 1:2 (b:v) dan suhu awal 80°C. Setelah perendaman, kacang *almond* ditiriskan dan dicuci dengan air serta dipisahkan dari kulitnya. Kacang almond lalu dihaluskan menggunakan blender dengan penambahan air 1:4 (b/v) dan disaring menggunakan kain saring. Filtrat setelah penyaringan diambil dan dipasteurisasi selama 20 menit pada suhu 80°C dan didapatkan susu almond.

Pembuatan *mash* ubi jalar ungu mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Weenuttranon (2018) dengan modifikasi. Prosedur pembuatan *mash* ubi

jalar ungu diawali dengan pencucian, pengupasan kulit, dan pemotongan ubi jalar ungu sebesar 5x5x5 cm. Kemudian, ubi jalar ungu dikukus selama 25 menit. Setelah pengukusan, ubi jalar ungu dihaluskan menggunakan *food processor* dan didapatkan *mash* ubi jalar ungu.

Tahap Utama

Pembuatan es krim susu almond dengan penambahan ubi jalar ungu ini diawali dengan penimbangan bahan sesuai formulasi (Tabel 1). Rasio *mash* ubi jalar ungu dan air yang digunakan dalam penelitian ini adalah 70:30 (P1), 80:20 (P2), 90:10 (P3), dan 100:0 (P4), sedangkan jenis bahan penstabil yang digunakan adalah *carrageenan*, *carboxymethylcellulose* (CMC), dan *guar gum*.

Tabel 1. Formulasi es krim susu almond dengan penambahan ubi jalar ungu

Bahan	Jumlah (%)			
	P1	P2	P3	P4
Susu almond	52,3	52,3	52,3	52,3
<i>Mash</i> ubi jalar ungu	20,2	23,1	26,0	28,9
Air	8,7	5,8	2,9	0
Gula pasir	18	18	18	18
Bahan penstabil	0,4	0,4	0,4	0,4
Monodiglisericida	0,4	0,4	0,4	0,4
Perisa pasta vanilla	0,2	0,2	0,2	0,2

Keterangan: rasio *mash* ubi jalar ungu:air P1=70:30; P2=80:20; P3=90:10; P4=100:0

Sumber: Kim et al. (2021) dengan modifikasi

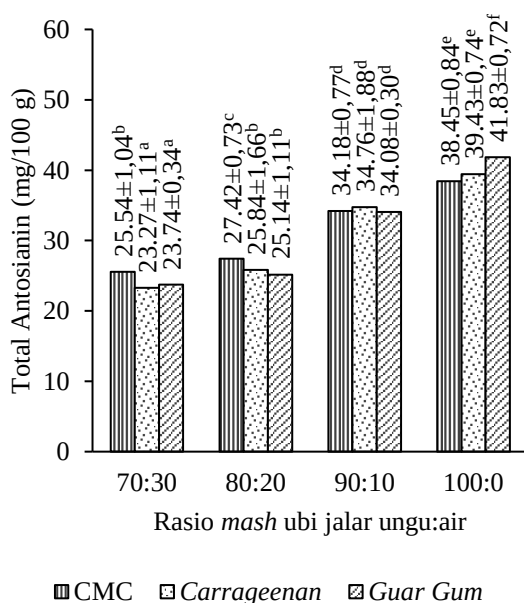
Untuk perlakuan jenis bahan penstabil CMC, dilakukan pencampuran dengan gula pasir terlebih dahulu. Selanjutnya, susu almond ditambahkan dan diaduk. Seluruh bahan yang telah tercampur dipasteurisasi selama 20 detik pada suhu 70°C. Kemudian, bahan didinginkan hingga suhu ruang dan dilakukan homogenisasi dengan *mixer* kecepatan rendah selama 15 menit. Setelah adonan es krim homogen, proses *aging* dilakukan pada adonan es krim pada suhu 4°C selama 20 jam. Setelah itu, adonan es krim ditambahkan perisa pasta vanilla dan diagitasi menggunakan *ice cream maker* selama 30 menit sebelum *hardening* pada suhu -20°C selama 24 jam. Proses pembuatan es krim susu almond ini mengacu pada penelitian Sudjatinah et al. (2020) dengan modifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Rasio Mash Ubi Jalar Ungu dan Air serta Jenis Bahan Penstabil Terhadap Total Antosianin

Senyawa antosianin merupakan salah satu senyawa flavonoid dengan karakteristik larut dalam air (Tang et al., 2015). Total antosianin yang terkandung dalam *mash* ubi jalar ungu kukus pada penelitian ini adalah 171,36±0,18 mg/100 g. Pada penelitian ini, parameter total antosianin merupakan salah satu parameter utama dalam menentukan formulasi es krim terpilih.

Berdasarkan Gambar 1, terdapat interaksi antara rasio *mash* ubi jalar ungu dan air dengan jenis bahan penstabil. Rasio *mash* ubi jalar ungu dan air 100:0 dengan penggunaan *guar gum* menghasilkan es krim susu almond dengan kandungan total antosianin ($41,83 \pm 0,72$ mg/100 g) yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan rasio dan jenis bahan penstabil lainnya.



Gambar 1. Pengaruh rasio *mash* ubi jalar ungu:air dan jenis bahan penstabil terhadap total antosianin (mg/100 g)

Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Secara umum, kandungan total antosianin es krim susu almond meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah *mash* ubi jalar ungu yang digunakan. Hal ini didukung oleh penelitian Sudjatinah *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa penambahan rasio ubi jalar ungu yang semakin tinggi akan meningkatkan total antosianin es krim. Menurut Sudjatinah *et al.* (2020), kadar antosianin pada rasio *mash*

ubi jalar ungu dan air 50:50 hingga 90:10 yang didapatkan berkisar antara 17,50 mg/100 g hingga 40,63 mg/100 g.

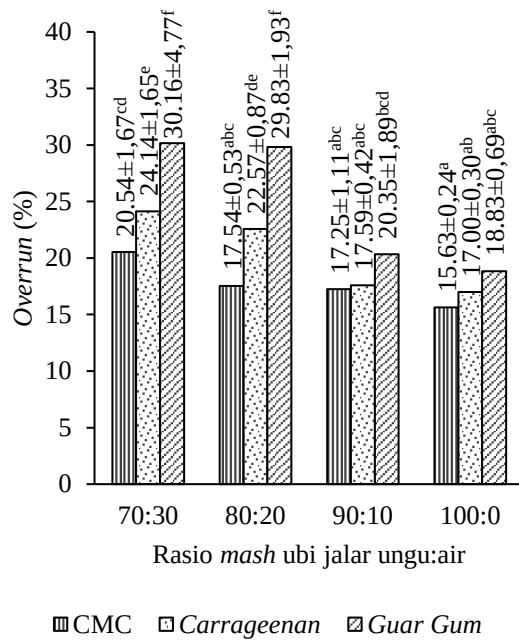
Kandungan total antosianin dalam es krim mengalami penurunan dari total antosianin *mash* ubi jalar ungu. Hal ini dapat disebabkan oleh terganggunya kestabilan antosianin selama pemrosesan es krim oleh suhu pemrosesan dan oksigen (Sudjatinah *et al.*, 2020). Menurut Xu *et al.* (2015), pemanfaatan ubi jalar ungu sebagai bahan tambahan pangan salah satunya dilakukan dalam bentuk pure dimana proses ini menyebabkan degradasi pigmen dengan adanya perlakuan panas dan paparan oksigen.

Pengaruh Rasio Mash Ubi Jalar Ungu dan Air serta Jenis Bahan Penstabil Terhadap Overrun

Overrun menunjukkan pengembangan volume dari adonan es krim akibat terperangkapnya udara pada adonan es krim saat tahap *aging*. Berdasarkan analisis statistik yang dilakukan, terdapat interaksi antara rasio *mash* ubi jalar ungu dan air dengan jenis bahan penstabil terhadap *overrun* es krim (Gambar 2).

Es krim susu *almond* dengan penambahan ubi jalar ungu memiliki *overrun* tertinggi pada rasio *mash* ubi jalar ungu:air 70:30 dan 80:20 dengan bahan penstabil *guar gum* ($30,16 \pm 4,77$ %) dan ($29,83 \pm 1,93$ %). *Overrun* es krim semakin

menurun dengan meningkatnya jumlah rasio *mash* ubi jalar ungu:air.



Gambar 2. Pengaruh rasio *mash* ubi jalar ungu:air dan jenis bahan penstabil terhadap overrun (%)

Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Ubi jalar ungu kukus memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi sebesar 19,611% (Yaningsih *et al.*, 2013). Menurut Susilawati *et al.* (2014), jumlah karbohidrat yang tinggi pada ubi jalar ungu dapat membatasi ruang partikel pada adonan es krim, sehingga pengembangan udara dalam adonan terhambat.

Penggunaan bahan penstabil dapat meningkatkan nilai *overrun* dengan memfasilitasi penggabungan udara dan menstabilkan distribusi udara dalam es krim (Bahramparvar & Tehrani, 2011). Menurut Gupta *et al.* (2009), *guar gum* memiliki kemampuan tinggi dalam mengikat air karena memiliki gugus hidroksil. Menurut

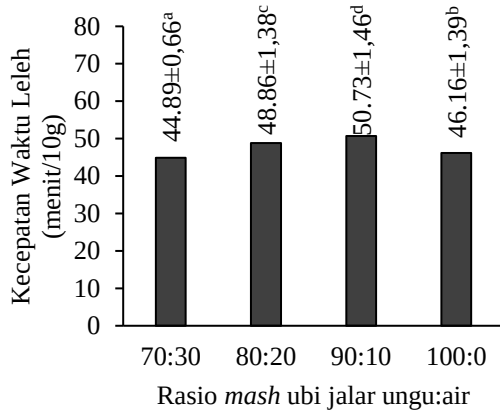
Soad *et al.* (2014), bahan penstabil dapat menurunkan jumlah air bebas pada adonan es krim dengan berikatan dengan air tersebut.

Pengaruh Rasio *Mash* Ubi Jalar Ungu dan Air serta Jenis Bahan Penstabil terhadap Kecepatan Waktu Leleh

Waktu leleh merupakan waktu yang dibutuhkan es krim untuk dapat meleleh secara sempurna pada suhu ruang dalam satuan menit (Pangesti *et al.*, 2019). Pada penelitian ini, parameter kecepatan waktu leleh merupakan salah satu parameter utama dalam menentukan formulasi es krim terpilih. Berdasarkan Gambar 6, tidak terdapat interaksi antara rasio *mash* ubi jalar ungu dan air dengan jenis bahan penstabil. Namun, rasio *mash* ubi jalar ungu:air berpengaruh secara signifikan terhadap kecepatan waktu leleh es krim.

Faktor yang memengaruhi laju waktu leleh es krim adalah jumlah terperangkapnya udara, bentuk kristal es, jaringan globula lemak saat pendinginan, dan total padatan (Muse & Hartel, 2004). Menurut Muse & Hartel (2004), pelelehan es krim mula-mula terjadi pada kristal es bagian luar dan berdifusi ke dalam fase kontinyu. Semakin tinggi total padatan dalam es krim maka semakin lama kecepatan pelelehan es krim akibat padatan dapat menghalangi aliran cairan pelelehan dimana dapat menurunkan titik beku es krim (Zainuri *et al.*, 2020). Kualitas es krim

yang baik diharapkan memiliki waktu leleh yang lambat pada suhu ruang. Kecepatan waktu leleh yang baik berkisar antara 10-15 menit (Mayasari *et al.*, 2021).



Gambar 6. Pengaruh rasio *mash* ubi jalar ungu:air terhadap kecepatan waktu leleh (menit/10 g)

Keterangan: Notasi huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Rasio *mash* ubi jalar ungu dan air 90:10 menghasilkan es krim susu almond dengan waktu leleh ($50,73 \pm 1,46$ menit/10 g) yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan rasio dan jenis bahan penstabil lainnya. Kecepatan waktu leleh melambat seiring dengan meningkatnya rasio *mash* ubi jalar ungu:air hingga 90:10. Namun, pada rasio 100:0 terjadi penurunan kecepatan waktu leleh. Hal ini tidak sesuai dengan pernyataan Pangesti *et al.* (2019), dimana ubi jalar ungu memiliki kandungan pati yang terdiri dari amilosa dan amilopektin yang bersifat hidrofilik sehingga mampu mengikat air yang memengaruhi waktu pelelehan es krim menjadi lebih lambat.

Penurunan waktu leleh yang terjadi pada rasio 100:0 dapat disebabkan oleh tingginya rasio ubi jalar ungu yang memengaruhi viskositas adonan es krim menjadi tinggi sehingga menghambat masuknya udara ke dalam adonan (Parera *et al.*, 2018). Menurut Goff & Hartel (2013), udara dapat mencegah penetrasi panas yang masuk ke dalam es krim saat proses pelelehan. Dengan tingginya rasio ubi jalar ungu, udara dalam es krim berkurang yang menyebabkan pelelehan es krim semakin cepat.

Ketiga bahan penstabil mampu berperan sebagai bahan penstabil yang baik. CMC, *carrageenan*, dan *guar gum* memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi. Menurut Harsanto & Utomo (2019), *guar gum* memiliki gugus hidroksil yang dapat mengikat air sehingga meningkatkan retensi pelelehan. Menurut Istiqomah *et al.* (2017), CMC mampu mengikat air dalam kapasitas yang besar serta dapat mencegah sineresis. *Carrageenan* memiliki sifat hidrofilik karena terdiri atas grup sulfat, sehingga memengaruhi kekuatan pengikatan air pada adonan es krim melalui ikatan elektrostatis.

Penentuan Formulasi Es Krim Susu Almond Terpilih dan Kandungan Lemak Es Krim Susu Almond Terpilih

Es krim susu *almond* terpilih yaitu es krim dengan rasio *mash* ubi jalar ungu:air 90:10 dan jenis bahan penstabil *guar gum*.

Penentuan es krim susu *almond* terpilih ini didasarkan oleh pengujian kecepatan waktu leleh, *overrun*, dan total antosianin. Formulasi tersebut menghasilkan es krim dengan *overrun* sebesar $20,35 \pm 1,89\%$, waktu leleh sebesar $50,79 \pm 1,11$ menit/10 g, dan total antosianin sebesar $340,82 \pm 3,01$ mg/L. Penampakan es krim dengan formulasi terpilih dapat dilihat pada Gambar 7.

Kandungan lemak pada formulasi es krim terpilih adalah sebesar $3,63 \pm 0,14\%$. Menurut Romulo *et al.* (2021), kadar lemak es krim pada kisaran 2-5% dapat dikategorikan sebagai es krim rendah lemak (*low fat*).



Gambar 7. Es krim susu almond terpilih (rasio mash ubi jalar ungu:air 90:10 dan jenis bahan penstabil guar gum)

KESIMPULAN

Rasio *mash* ubi jalar ungu:air dan jenis bahan penstabil berpengaruh terhadap *overrun*, viskositas, dan total antosianin es krim. Es krim susu almond dengan penambahan pure ubi jalar ungu terpilih adalah es krim dengan rasio *mash* ubi jalar ungu:air 90:10 dengan jenis bahan penstabil *guar gum* berdasarkan nilai *overrun*, kecepatan waktu leleh, dan total antosianin.

Es krim susu almond yang dibuat dengan rasio 90:10 memiliki waktu leleh yang lebih lambat dibandingkan rasio lainnya. Penggunaan jenis bahan penstabil *guar gum* menghasilkan es krim dengan nilai *overrun* yang tinggi dibandingkan penggunaan bahan penstabil lainnya. Nilai total antosianin pada formulasi es krim terpilih juga didapatkan tinggi sehingga penggunaan ubi jalar ungu pada es krim susu almond ini dapat menjadi opsi sumber antioksidan pada produk es krim. Formulasi es krim terpilih dapat dikategorikan sebagai jenis es krim rendah lemak karena kandungan lemaknya yang rendah yaitu sebesar $3,63 \pm 0,14\%$.

SARAN

Saran yang dapat diberikan bagi penelitian selanjutnya adalah melakukan pengujian *scanning electron microscopy* (SEM) untuk mempelajari pembentukan kristal es pada es krim berbasis susu almond dan ubi jalar ungu. Selain itu, alternatif penggunaan gula pasir menggunakan gula kelapa atau pemanis alami seperti *stevia* juga dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah es krim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Laboratorium Penelitian, Laboratorium Pengolahan Pangan dan Laboratorium Pengendalian Mutu Pangan

Universitas Pelita Harapan yang telah memfasilitasi penelitian ini. Selain itu, ucapan terima kasih juga secara khusus diberikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Pelita Harapan atas dukungan dana penelitian yang diberikan dengan nomor penelitian P-09-FaST/VIII/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Razak, S. Z., Abd. Rahman, N. A., Baharuddin, A. S., Mohd Amin, N.A., Mat Johari, A., & Mohammad Parid, D. (2019). Optimisation of stabiliser combinations in instant ice cream mix powder formulation via mixture design methodology. *International Food Research Journal*, 26(6), 1689-1698.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2005). *Official Methods of Analysis*. Washington DC.
- Babu, A. S., Parimalavalli, R., & Mohan, R. J. (2018). Effect of modified starch from sweet potato as a fat replacer on the quality of reduced fat ice creams. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 2426-2434. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9859-4>
- Bahramparvar, M. & Tehrani, M.M. (2011). Application and functions of stabilizers in ice cream. *Food Reviews International*, 27(4), 389-407. <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.563399>
- Basuki, E., Alamsyah, A., Fatoni, M., Husna, I.N & Prarudiyanto, A. (2021). The effect of totting up carrageenan to some quality components of ice cream. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, 8(2), 24-29.
- Ceylan, M.M. & Ozer, E.A. (2020). Almond milk: preparation, chemical, fatty acids, mineral, total phenolic compositions and antioxidant activity. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 6(8), 99-111.
- Ekaputra, T. & Pramitasari, R. (2020). Evaluation of physicochemical properties of anthocyanin extracts and powders from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Food Research*, 4(6), 2020-2029. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(6\).195](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).195)
- Goff, H.D. & Hartel, R.W. (2013). *Ice Cream*. 7th Edition. London: Springer.
- Gupta, S. C., Hooda, K. S., Mathur, N. K. & Gupta, S. (2009). Tailoring of gum guar for dessert sand stabilization. *Indian Journal of Chemical Technology*, 16, 507-512.
- Harsanto, T.M. & Utomo, A. R. (2019). Pengaruh konsentrasi jahe dan konsentrasi stabilizer guar gum terhadap sifat fisik dan organoleptik es krim jahe. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 18(1), 44-50. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v18i1.1986>
- Irawan, I. & Fitriyana. (2021). Ice cream properties affected by carrageenan form seaweed deference type drying methods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 679, 1-6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012022>
- Istiqomah, K., Wiwik S.W., & Yhulia P. (2017). Karakterisasi es krim edamame dengan variasi jenis dan jumlah penstabil. *Jurnal Agroteknologi*, 11(2), 139-147. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v11i02.6522>
- Kim, S., Meyers, S. L., Silva, J. L., Schilling, M. W. & Wood, L. S. (2021). Sensory and nutritional characteristics of concept frozen desserts made from underutilized sweetpotato roots. *HortTechnology*,

- 31(3), 259-265. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04725-20>
- Kneepkens, C. F., & Meijer, Y. (2009). Clinical practice. Diagnosis and treatment of cow's milk allergy. *European journal of pediatrics*, 168, 891-896. <https://doi.org/10.1007/s00431-009-0955-7>
- Kot, A., Kaminska-Dworznicka, A., Galus, S., & Jakubczyk, E. (2021). Effects of different ingredients and stabilisers on properties of mixes based on almond drink for vegan ice cream production. *Sustainability*, 13, 1-17. <https://doi.org/10.3390/su132112113>
- Kundu, P., Dhankhar, J., & Sharma, A. (2018). Development of non dairy milk alternative using soymilk and almond milk. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 6(1), 203-210. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.1.23>
- Lamusu, D. (2018). Uji organoleptik jalangkote ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L) sebagai upaya diversifikasi pangan. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 3(1), 9-15. <https://doi.org/10.31970/pangan.v3i1.7>
- Lestari, L. A., Resha A. W., Fatma Z. N., Yuny, E. & Yudi, P. (2019). Physical, chemical, and sensory properties of ice cream with the substitution of stabilizer with gelatin from various sources. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 7(3), 166-172.
- Mayasari, E., Megawati, M. & Suko, P. (2021). Study of formulation of soybean (*Glycine max* L.) milk and purple sweet potato (*Ipomoea batatas* Poir) crude extract in the making of non-dairy ice cream. *International Journal of Advance Tropical Food*, 3(1), 16-22. <https://doi.org/10.26877/ijatf.v3i1.9246>
- Muse, M. R. & Hartel, R. W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 1-10. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73135-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73135-5)
- Pangesti, W. D., Valentinus, P. B. & Antonius, H. (2019). Karakteristik es krim ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) dengan penambahan pati garut (*Maranta arundinacea*) sebagai bahan penstabil. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 1-6. <https://doi.org/10.14710/jtp.2019.23302>
- Parera, N. T., Bintoro, V. P. & Rizqiati, H. (2018). Sifat fisik dan organoleptik gelato susu kambing dengan campuran kayu manis (*Cinnamomum burmanii*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(1), 40-45. <https://doi.org/10.14710/jtp.2018.20510>
- Pietrzak-Fiecko, R. & Kamelska-Sadowska, A. M. (2020). The comparison of nutritional value of human milk with other mammals' milk. *Nutrients*, 12(5), 1-18. <https://doi.org/10.3390%2Fnu12051404>
- Rachmawanti, D. A. & Handajani, S. (2011). Es krim ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*): tinjauan sifat sensoris, fisik, kimia, dan aktivitas antioksidannya. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 4(2), 94-103. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13572>
- Romulo, A., Meindrawan, B., & Marpietylie. (2021). Effect of dairy and non-dairy ingredients on the physical characteristic of ice cream: review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 794, 1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012145>
- Siswati, Octani D., Valentinus P.B., & Nurwantoro. (2019). Karakteristik es krim ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var *Ayamurasaki*) dengan penambahan

- tepung umbi gembili (*Dioscorea esculenta* L.) sebagai bahan penstabil. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 121-126. <https://doi.org/10.14710/jtp.2019.23254>
- Sudjatinah, Cornelius, H.W. & Aldila S.P. (2020). A study on the utilization of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L) for ice cream as additional antioxidants. *Journal of Applied Food Technology*, 7(1), 1-4. <https://doi.org/10.17728/jaft.6098>
- Susilawati, Fibra, N. & Nugraha, A. W. (2014). Pengaruh penambahan ubi jalar ungu terhadap sifat organoleptik es krim susu kambing peranakan Etawa. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*, 19(3), 243-256.
- Soad, H. T., Mehriz, A. M. & Hanafy, M. A. (2014). Quality characteristics of ice milk prepared with combined stabilizers and emulsifiers blends. *International Food Research Journal*, 21(4), 1609-1613.
- Swagerty Jr, D. L., Walling, A. D., & Klein, R. M. (2002). Lactose intolerance. *American Family Physician*, 65(9), 1845-1851.
- Syed, Q.A., Saba, A., Rizwan, S. & Tahir, Z. (2018). Effects of different ingredients on texture of ice cream. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, 8(6), 422-435. <https://doi.org/10.15406/jnhfe.2018.08.00305>
- Tang, Y., Xihong, L, Bing, Z, Peter, X. C, Ronghua, L & Rong, T. (2015). Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. *Food Chemistry*, 166, 380-388. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.018>
- Torres, A., Aguilar-Osorio, G., Camacho, M., Basurto, F., & Navarro-Ocana, A. (2021). Characterization of polyphenol oxidase from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam) and its affinity towards acylated anthocyanins and caffeoylquinic acid derivatives. *Food Chemistry*, 356. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129709>
- Weenuttranon, J. (2018). Product development of purple sweet potato ice cream. *International Journal of Advances in Science, Engineering and Technology*, 6(2), 33-36.
- Wijaya, H., Slay, A., & Abdullah, N. (2021). Ice cream products made from processed purple sweet potatoes: a product organoleptic study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 807(4), 042074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/4/042074>
- Xu, J., Xiaoyu, S., Soyoung, L., Jason, G., Carey, E., Katz, B., Tomich, J., Smith, S., & Wang, W. (2015). Characterisation and stability of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato P40. *Food Chemistry*, 186, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.123>
- Yaningsih, H., Bambang, A. H. & Sri, M. (2013). Studi karakteristik gizi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var *Gunung Kawi*) pada beberapa umur panen. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 1(1), 21-30.
- Zahro, C. & Nisa, F. C. (2015). Pengaruh penambahan sari anggur (*Vitis vinifera* L.) dan penstabil terhadap karakteristik fisik, kimia dan organoleptik es krim. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1481-1491.
- Zainuri, Sulastri, Y. & Gautama, I.K.Y. (2020). Karakterisasi mutu es krim ubi jalar ungu dengan penstabil tepung porang. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 1(4), 134-142.

ANALISIS SISTEM PENDETEKSI TAHAPAN TIDUR

[SLEEP STAGE DETECTION SYSTEM ANALYSIS]

Junita^{1*}, David Hareva²

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

²Program Studi Informatika, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: junita.fti@uph.edu

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has forced some parents to work at home while taking care of their children and taking care of household chores without the help of relatives, housemaids, or nurses. The demands of doing many jobs at once can result in parents, especially parents with babies, being careless in supervising their babies. One of the moments that make parents careless in supervising their babies is when parents suspect the baby is sleeping, because at that moment parents are usually busy doing other chores. With a system that can detect baby's sleep activity, especially detecting stage one, also called NREM (non-rapid eye movement) stage 1, where a person is almost awake, this risk can be minimized because parents can know when the baby is about to wake up and supervise before the baby is fully awake. This study analyzes the ability of two devices, namely, EEG (electroencephalogram) and a smart watch with a sleep tracker feature, as tools for detecting sleep activity of the research subject, specifically detecting stage 1 of the subject's sleep cycle. In this study, CCTV was also used to find out when the subject was awake. The results of this study indicate that both tools can detect when the subject is awake. Between the two tools used, there was a higher match between CCTV (Closed Circuit Television) footage and the smart watch sleep cycle diagram. For the analysis of the transfer of stages before the subject awakens, the stage that most often becomes the stage before awakening is Light, which is 69.2% for detection with EEG and 76.1% for detection with smart watch. And what rarely happens is moving the sleep stages from Deep to waking up, which is 0% for detection with EEG and 2.3% for detection with smart watch.

Keywords: baby; EEG; sleep; tracker

ABSTRAK

Pandemi COVID-19 mengharuskan beberapa orang tua bekerja di rumah sambil menjaga anak dan mengurus pekerjaan rumah tangga tanpa bantuan sanak saudara, pembantu rumah tangga, ataupun suster. Tuntutan mengerjakan banyak pekerjaan sekaligus dapat mengakibatkan orang tua, khususnya orang tua dengan bayi, lengah dalam mengawasi bayinya. Salah satu momen yang membuat orang tua lengah dalam mengawasi bayinya adalah ketika orang tua menduga bayinya sedang tidur, karena di momen itu biasanya orang tua paling leluasa untuk mengerjakan pekerjaan yang lain. Dengan sistem yang dapat mendeteksi aktivitas tidur bayi, terutama mendeteksi tahap satu, yang disebut juga dengan NREM (*non-rapid eye movement*) stage 1, di mana seseorang sudah hampir bangun, risiko tersebut dapat diminimalkan karena orang tua dapat mengetahui ketika bayinya sudah akan terbangun dan mengawasi sebelum bayinya sepenuhnya bangun. Penelitian ini menganalisis kemampuan dua buah alat yaitu, EEG (*electroencephalogram*) dan *smart watch* dengan fitur *sleep tracker*, sebagai alat pendeteksi aktivitas tidur dari subjek penelitian, khususnya mendeteksi tahap 1 dari siklus tidur pada subjek penelitian. Pada penelitian ini digunakan juga CCTV (*Closed Circuit Television*) untuk mengetahui kapan subjek penelitian sepenuhnya bangun. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kedua alat dapat mendeteksi saat subjek terbangun. Di antara kedua alat yang

dipakai, didapatkan kesesuaian yang lebih tinggi antara rekaman CCTV dan diagram siklus tidur *smart watch*. Untuk analisis perpindahan tahapan sebelum subjek penelitian terbangun, tahapan yang paling sering menjadi tahapan sebelum terbangun adalah Light yaitu sebanyak 69,2% untuk pendeteksian dengan EEG dan 76,1% untuk pendeteksian dengan *smart watch*, sedangkan yang paling jarang terjadi adalah perpindahan tahapan tidur dari Deep kemudian terbangun, yaitu 0% untuk pendeteksian dengan EEG dan 2,3% untuk pendeteksian dengan *smart watch*.

Kata kunci: bayi; EEG; tidur; *tracker*

PENDAHULUAN

Pandemik COVID-19 mengharuskan masyarakat melakukan pembatasan sosial sehingga banyak orang tua harus bekerja di rumah sambil menjaga anak dan mengurus pekerjaan rumah tangga tanpa bantuan sanak saudara, pembantu rumah tangga, ataupun suster. Tuntutan mengerjakan banyak pekerjaan sekaligus dapat mengakibatkan orang tua, khususnya orang tua dengan bayi, lengah dalam mengawasi bayinya. Hal tersebut sangat berisiko terutama untuk orang tua dengan bayi yang berumur 1-2 tahun. Rasa ingin tahu yang tinggi tanpa disertai kemampuan mengenali bahaya dan kemampuan berjalan yang baik, serta tanpa pengawasan orang tua, dapat mengakibatkan bayi berusia 1-2 tahun terjatuh, terbentur, tersedak, ataupun tersandung. Risiko cedera yang tinggi, khususnya terjatuh, pada bayi berumur 1-2 tahun adalah isu yang mengkhawatirkan, tidak hanya di Indonesia, namun juga di negara-negara lain (Agran *et al.*, 2003; Anam *et al.*, 2017; Atak *et al.*, 2010; Ong *et al.*, 2016)

Salah satu momen yang membuat orang tua lengah dalam mengawasi bayinya adalah ketika orang tua menduga bayinya sedang tidur, karena di momen itu biasanya orang tua paling leluasa untuk mengerjakan pekerjaan yang lain. Permasalahannya adalah seringkali bayi tidak menangis saat terbangun dari tidur. Setelah sepenuhnya bangun, bayi dapat dengan sigap dan cepat merangkak atau berjalan atau berusaha meraih benda-benda yang ada disekitar mereka. Hal ini sangat berbahaya tanpa pengawasan orang tua. Dengan sistem yang dapat mendeteksi aktivitas tidur bayi, terutama mendeteksi tahap satu, yang disebut juga dengan NREM (*non-rapid eye movement*) stage 1 (Mishra *et al.*, 2019; Patel *et al.*, 2022) di mana seseorang sudah hampir bangun, risiko tersebut dapat diminimalkan karena orang tua dapat mengetahui ketika bayinya sudah akan terbangun dan mengawasi sebelum bayinya sepenuhnya bangun.

Pada tahap awal penelitian ini, sebelum melakukan penelitian pada bayi, yang terlebih dahulu dijadikan subjek penelitian adalah orang dewasa. Penelitian

ini menganalisis kemampuan dua buah alat yaitu, EEG (*electroencephalogram*) dan *smart watch* dengan fitur *sleep tracker*, sebagai alat pendeteksi aktivitas tidur dari subjek penelitian, khususnya mendeteksi tahap 1 dari siklus tidur subjek penelitian. Kedua alat ini dikenakan pada subjek secara bersamaan ketika subjek akan tidur, kemudian keduanya dihubungkan dengan koneksi Bluetooth ke tablet PC yang menerima hasil deteksi gelombang otak dari EEG, serta hasil deteksi gerakan dan pola detak jantung dari *smart watch*. Pada penelitian ini digunakan juga CCTV (*Closed Circuit Television*) untuk mengetahui kapan subjek terbangun.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian ini menganalisis kemampuan dua buah alat yaitu, EEG dan *smart watch* dengan fitur *sleep tracker*.

EEG

EEG adalah alat yang dipakai untuk mendeteksi gelombang otak. Saat otak bekerja, sel-sel saraf di otak mengirimkan gelombang ke sel saraf, sel otot atau sel kelenjar lain di dalam tubuh. EEG menangkap besaran tegangan dan arus dari gelombang yang dikirimkan oleh sel-sel saraf tersebut (Mishra *et al.* 2019; Tatum *et al.*, 2011).

EEG yang dipakai pada penelitian ini adalah Muse S Brain Sensing EEG (Muse, 2022) yang dapat mendeteksi aktivitas otak dan pergerakan. Alat ini terdiri dari 2 bagian, yaitu ikat kepala yang terbuat dari kain, yang bagian dalamnya dilengkapi dengan sensor, seperti yang terlihat pada Gambar 1, dan sensor pod yang menjadi kontrol pusat, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Sensor pada ikat kepala menempel pada dahi serta kulit di belakang dan di atas telinga untuk membaca aktivitas otak, detak jantung serta saturasi oksigen dalam darah. Sensor pod yang menjadi kontrol pusat dapat dipasang pada ikat kepala untuk diletakkan di dahi. Sensor pod ini memakai LED hijau serta dilengkapi dengan baterai, giroskop dan akselerometer.



Gambar 1. Ikat kepala Muse S Brain Sensing EEG



Gambar 2. Sensor pod Muse S Brain Sensing EEG

Smart Watch

Beberapa *smart watch* menawarkan fitur *sleep tracker* yang dapat menganalisis durasi tidur seseorang di setiap *stage*. *Smart watch* ini bekerja dengan beberapa cara. Cara yang paling sederhana adalah dengan menerjemahkan frekuensi gerakan pergelangan tangan dengan pola tidur seseorang. Cara lainnya adalah dengan mengestimasi pola detak jantung penggunaanya (Martin dan Hakim, 2011).

Smart watch yang dipakai pada penelitian ini adalah Fitbit Charge 4 (Fitbit, 2022) seperti yang terlihat pada Gambar 3. *Smart watch* ini memakai LED hijau untuk mendeteksi detak jantung serta saturasi oksigen dari pergelangan tangan penggunaanya. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan dengan baterai yang dapat di-charge, serta giroskop dan akselerometer untuk dapat mendeteksi pergerakan dari penggunaanya



Gambar 3. Fitbit Charge 4

CCTV

Kamera CCTV yang digunakan pada penelitian ini adalah Xiaomi Yi Dome 1080P. Rekaman hasil tangkapan kamera terbagi-bagi menjadi sejumlah video yang berdurasi 1 menit dan tersimpan di kartu memori dengan format pengaturan folder seperti yang terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Folder data mengelompokkan rekaman setiap 1 jam, di mana di dalam setiap folder terdapat 60 buah video berdurasi 1 menit.

2021Y06M30D16H
2021Y06M30D17H
2021Y06M30D18H
2021Y06M30D19H
2021Y06M30D20H
2021Y06M30D21H
2021Y06M30D22H
2021Y06M30D23H
2021Y07M01D00H
2021Y07M01D01H
2021Y07M01D16H
2021Y07M01D17H

Gambar 4. Contoh daftar folder data rekaman CTV per hari

00M00S60.mp4
01M00S60.mp4
02M00S60.mp4
03M00S60.mp4
04M00S60.mp4
05M00S60.mp4
06M00S60.mp4
07M00S60.mp4
08M00S60.mp4
09M00S60.mp4
10M00S60.mp4

Gambar 5. Contoh daftar video berdurasi 1 menit dalam 1 jam.

Format penamaan folder seperti yang terlihat pada Gambar 4 memberikan informasi tanggal dan jam rekaman. 2021Y06M30D16H artinya folder tersebut menyimpan rekaman CCTV yang tertangkap kamera pada tanggal 30 Juni 2021 jam 11 malam. Mengikuti pola yang ada, maka nama folder 2021Y06M30D20H artinya folder tersebut menyimpan rekaman CCTV yang tertangkap kamera pada tanggal 1 Juli 2021 jam 3 pagi, dan seterusnya. Kemudian, untuk penamaan file video seperti yang terlihat pada Gambar 5 memberikan informasi menit dari proses rekaman. File dengan nama 00M00S60 artinya rekaman itu tertangkap kamera di menit ke nol dari jam yang sesuai dengan folder di mana video ini berada. Gambar 5 mencontohkan daftar video untuk rekaman dari menit ke nol sampai dengan menit ke sepuluh.

Metode Penelitian

Siklus tidur secara garis besar dibagi menjadi 2 kelompok yaitu NREM dan REM (*rapid eye movement*). Dan siklus tidur manusia pada umumnya terdiri dari empat tahap yaitu NREM *stage* 1 hingga *stage* 3, dan REM. Semakin tinggi tahap atau *stage* dari siklus tidur, semakin lelap kondisi tidurnya.

NREM *stage* 1 adalah kondisi tidur yang paling ringan di mana seseorang dapat dengan mudah terbangun dengan sedikit

rangsangan. Memasuki NREM *stage* 2 seseorang sudah mulai lebih lelap, lebih sulit dibangunkan dan gelombang otaknya melambat. Pada NREM *stage* 3 adalah kondisi tidur lelap yang penting karena pada waktu ini tubuh kita bertumbuh, memperbaiki diri dan meningkatkan fungsi kekebalannya. Tahap yang terakhir, yaitu REM, adalah kondisi tidur yang diasosiasikan dengan momen ketika seseorang bermimpi. Pada tahap ini, otak menjadi lebih aktif sehingga gelombang otak serta pola detak jantung akan menyerupai orang yang sedang terbangun (Schupp & Hanning, 2003).



Gambar 6. Skema penelitian

Penelitian dilakukan dengan pengaturan sistem seperti yang terlihat pada Gambar 6. Penelitian dimulai dengan membuat sistem yang menghubungkan sensor EEG serta *smart watch* dengan fitur *sleep tracker* pada subjek penelitian, yang pada tahap awal ini adalah orang dewasa. Kedua alat ini terhubung dengan Bluetooth ke tablet PC, yang menjalankan aplikasi dari kedua alat, untuk menerima pendeteksian gelombang otak dari EEG, serta pendeteksian gerakan dan pola detak

jantung dari *smart watch*. CCTV yang terhubung dengan tablet memakai jaringan WiFi digunakan untuk memonitor pergerakan subjek penelitian agar diperoleh data waktu saat subjek terbangun. Ketiga alat pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini beroperasi saat terhubung dengan tablet PC, maka pengaturan waktu pada ketiga alat pengamatan tersebut tersinkronisasi dengan waktu pada sistem di dalam tablet PC.

Sistem yang terdiri dari dua buah sensor ini dipasangkan secara bersamaan untuk mendeteksi siklus tidur dari subjek penelitian, terutama tahap 1, ketika subjek terbangun. Sensor EEG dipasangkan di area dahi, sedangkan *smart watch* di pergelangan tangan dari subjek penelitian. CCTV digunakan selama subjek penelitian tidur sampai terbangun. Hasil pemantauan CCTV, yang berupa rekaman video, disimpan di kartu memori untuk mencocokkan kondisi kesadaran sesungguhnya dari subjek penelitian dengan diagram siklus tidur pada aplikasi EEG dan *smart watch*.

Selanjutnya dibandingkan hasil analisis pola-pola sinyal yang didapatkan dari kedua sensor, yaitu EEG dan sleep tracker pada *smart watch*, untuk mendapatkan evaluasi faktor akurasi pendeteksian saat bangun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekaman CCTV

Dari rekaman CCTV yang ada, diambil sampel untuk melihat waktu di mana subjek penelitian tidur dan terbangun. Dari sampel yang ada, dicatat waktu di mana subjek penelitian mulai tidur dan menyalakan aplikasi dari EEG dan *smart watch*, waktu di mana subjek terbangun sesaat, serta waktu di mana subjek penelitian terbangun sepenuhnya dan mematikan aplikasi. Dalam menentukan waktu di mana subjek terbangun sesaat, peneliti mengambil waktu di mana subjek membuat gerakan badan yang signifikan.

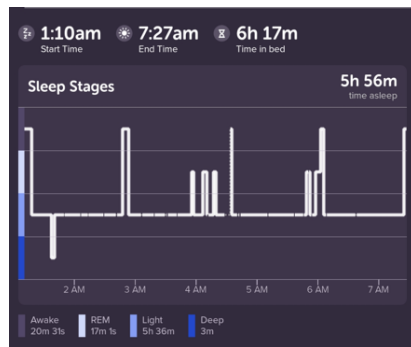
Diagram Siklus Tidur

Diagram siklus tidur dari aplikasi Muse S Brain Sensing EEG dan *smart watch* Fitbit Charge 4 secara berurutan, yang waktunya bersesuaian dengan data sampel CCTV pada Tabel 1 dapat dilihat pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 14. Kedua sensor yang dipakai memakai aplikasi bawaan masing-masing sehingga diagram yang terbentuk berbeda namun konsep penggambarannya tetap sama. Diagram yang dihasilkan oleh kedua aplikasi dari kedua alat pendeteksi aktivitas tidur yang dipakai, axis horizontal menunjukkan waktu sedangkan axis vertikal menunjukkan kondisi tidur dari subjek penelitian. Pada axis vertikal, susunan tahapan tidur diurut sesuai keaktifan aktivitas otak dan kecepatan detak jantung. Semakin ke atas, aktivitas otak semakin aktif dan detak jantung semakin cepat. Maka, aktivitas otak dan detak jantung paling aktif terdeteksi pada kondisi terbangun, atau NREM 1. NREM 2 pada diagram ditunjukkan pada

tahapan tidur Light dan NREM 3 ditunjukkan pada tahapan tidur Deep.

Tabel 1. Waktu subjek penelitian tidur dan terbangun

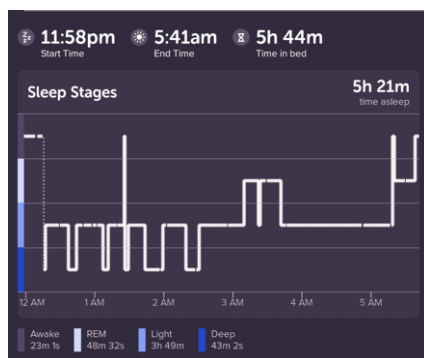
Sampel	Pukul	Siklus Tidur
1 (2021Y06M25D18H)	01:10:00	Menyalakan aplikasi dan menjelang tidur
	03:28:00	Terbangun sesaat
	04:22:00	Terbangun sesaat
	06:05:00	Terbangun sesaat
	06:21:48	Terbangun sesaat
	07:04:30	Terbangun sesaat
	07:26:00	Terbangun sesaat
	07:27:00	Bangun sepenuhnya dan mematikan aplikasi
2 (2021Y06M28D17H)	11:58:00	Menyalakan aplikasi dan menjelang tidur
	03:23:00	Terbangun sesaat
	03:43:30	Terbangun sesaat
	03:49:30	Terbangun sesaat
	05:41:00	Bangun sepenuhnya dan mematikan aplikasi
3 (2021Y06M29D17H)	12:12:00	Menyalakan aplikasi dan menjelang tidur
	01:39:00	Terbangun sesaat
	02:24:20	Terbangun sesaat
	02:31:00	Terbangun sesaat
	03:59:00	Terbangun sesaat
	04:41:00	Terbangun sesaat
	04:56:35	Terbangun sesaat
	05:28:00	Terbangun sesaat
	06:00:00	Terbangun sesaat
	06:25:00	Terbangun sesaat
	06:28:00	Bangun sepenuhnya dan mematikan aplikasi
4 (2021Y06M30D16H)	11:31:00	Menyalakan aplikasi dan menjelang tidur
	01:00:00	Terbangun sesaat
	02:14:50	Terbangun sesaat
	02:22:00	Terbangun sepenuhnya
	03:44:00	Mulai tidur lagi
	04:33:00	Terbangun sesaat
	05:56:00	Terbangun sesaat
	06:00:00	Terbangun sesaat
	06:43:00	Terbangun sesaat
	07:24:00	Bangun sepenuhnya dan mematikan aplikasi



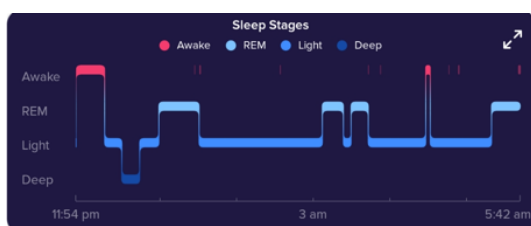
Gambar 7. Diagram siklus tidur dari EEG sampel 1



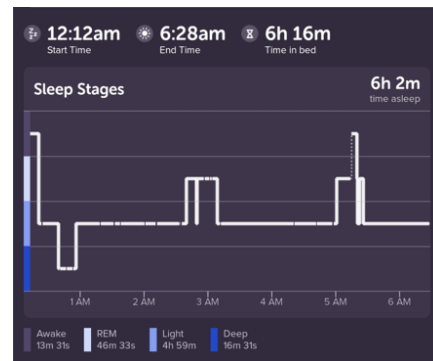
Gambar 8. Diagram siklus tidur dari Smart watch untuk sampel 1



Gambar 9. Diagram siklus tidur dari EEG untuk sampel 2



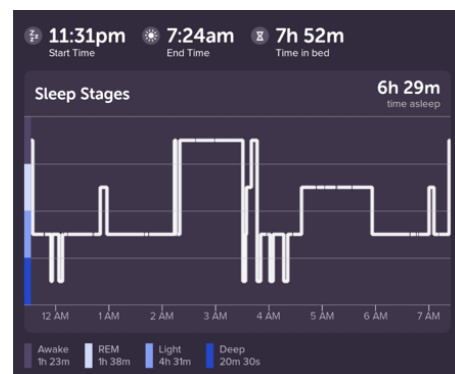
Gambar 10. Diagram siklus tidur dari Smart watch untuk sampel 2



Gambar 11. Diagram siklus tidur dari EEG untuk sampel 3



Gambar 12. Diagram siklus tidur dari Smart watch untuk sampel 3



Gambar 13. Diagram siklus tidur dari EEG untuk sampel 4



Gambar 14. Diagram siklus tidur dari Smart watch untuk sampel 4

Analisis

Dari rekaman CCTV dan diagram siklus tidur EEG serta *smart watch*, dapat dibuat perbandingan yang terlihat pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 5.

Frekuensi terbangunnya subjek penelitian ditentukan dari bentuk gelombang atau titik yang terlihat di daerah

tahapan terbangun. Semakin tebal titik atau gelombang yang terlihat maka nilai frekuensinya semakin besar. Gelombang atau titik pada awal diagram di mana subjek baru akan tidur tidak ikut dalam perhitungan karena tidak termasuk dalam kategori terbangun dari tidur.

Tabel 2. Perbandingan data antara rekaman CCTV dan diagram siklus tidur untuk kondisi terbangun subjek penelitian pada sampel 1.

Data Jam Terbangun dari Rekaman CCTV	Rentang Jam Terbangun yang Terdeteksi oleh EEG	Frekuensi Terbangun	Rentang Jam Terbangun yang Terdeteksi oleh <i>Smart watch</i>	Frekuensi Terbangun
01:10:00	01:10 - 02:00	0	01:10 - 02:00	0
03:28:00	02:00 - 03:00	3	02:00 - 03:00	1
04:22:00	03:00 - 04:00	0	03:00 - 04:00	2
06:05:00	04:00 - 05:00	1	04:00 - 05:00	5
06:21:48	05:00 - 06:00	0	05:00 - 06:00	2
07:04:30	06:00 - 07:00	2	06:00 - 07:00	4
07:26:00	07:00 - 07:27	1	07:00 - 07:27	4
07:27:00				

Tabel 3. Perbandingan data antara rekaman CCTV dan diagram siklus tidur untuk kondisi terbangun subjek penelitian pada sampel 2.

Data Jam Terbangun dari Rekaman CCTV	Rentang Jam Terbangun yang Terdeteksi oleh EEG	Frekuensi Terbangun	Rentang Jam Terbangun yang Terdeteksi oleh <i>Smart watch</i>	Frekuensi Terbangun
11:58:00	11.58 - 01:00	0	11.58 - 01:00	0
03:23:00	01:00 - 02:00	1	01:00 - 02:00	2
03:43:30	02:00 - 03:00	0	02:00 - 03:00	1
03:49:30	03:00 - 04:00	0	03:00 - 04:00	2
05:41:00	04:00 - 05:00	0	04:00 - 05:00	5
	05:00 - 05:41	2	05:00 - 05:41	0

Tabel 4. Perbandingan data antara rekaman CCTV dan diagram siklus tidur untuk kondisi terbangun subjek penelitian pada sampel 3.

Data Jam Terbangun dari Rekaman CCTV	Rentang Jam Terbangun yang Terdeteksi oleh EEG	Frekuensi Terbangun	Rentang Jam Terbangun yang Terdeteksi oleh <i>Smart watch</i>	Frekuensi Terbangun
12:12:00	12:12 - 01:00	0	12:12 - 01:00	0
01:39:00	01:00 - 02:00	0	01:00 - 02:00	1
02:24:20	02:00 - 03:00	0	02:00 - 03:00	3
02:31:00	03:00 - 04:00	0	03:00 - 04:00	2
03:59:00	04:00 - 05:00	0	04:00 - 05:00	4
04:41:00	05:00 - 06:00	2	05:00 - 06:00	2
04:56:35	06:00 - 06:28	0	06:00 - 06:28	3
05:28:00				
06:00:00				
06:25:00				
06:28:00				

Tabel 5. Perbandingan data antara rekaman CCTV dan diagram siklus tidur untuk kondisi terbangun subjek penelitian pada sampel 4.

Data Jam Terbangun dari Rekaman CCTV	Rentang Jam Terbangun yang Terdeteksi oleh EEG	Frekuensi Terbangun	Rentang Jam Terbangun yang Terdeteksi oleh <i>Smart watch</i>	Frekuensi Terbangun
11:31:00	11:31 - 12:00	0	11:31 - 12:00	0
01:00:00	12:00 - 01:00	0	12:00 - 01:00	1
02:14:50	01:00 - 02:00	0	01:00 - 02:00	1
02:22:00	02:00 - 03:00	1	02:00 - 03:00	1
03:44:00	03:00 - 04:00	3	03:00 - 04:00	4
04:33:00	04:00 - 05:00	0	04:00 - 05:00	2
05:56:00	05:00 - 06:00	0	05:00 - 06:00	2
06:00:00	06:00 - 07:00	0	06:00 - 07:00	1
06:43:00	07:00 - 07:24	0	07:00 - 07:24	2
07:24:00	Note: Pada sekitar pukul 02:22, EEG dan <i>smart watch</i> mendeteksi subjek terbangun sepenuhnya sebelum kembali tidur pada sekitar pukul 03:30			

Dari Tabel 2 sampai dengan Tabel 5 terlihat kalau diagram siklus tidur yang diperoleh dari *smart watch* lebih banyak mendeteksi frekuensi terbangunnya subjek penelitian daripada diagram siklus tidur dari EEG. Hal tersebut mungkin terjadi karena *smart watch* dipakaikan di tangan sedangkan EEG dipakaikan di kepala dari subjek penelitian. Dari rekaman CCTV terlihat, saat terbangun sejenak, subjek penelitian lebih banyak menggerakkan tangan daripada kepala. Frekuensi terbangunnya subjek penelitian dari diagram siklus tidur *smart watch* juga lebih banyak daripada yang tercatat pada data rekaman CCTV karena peneliti mendata jam terbangunnya subjek penelitian ketika subjek penelitian membuat gerakan yang signifikan.

Pada beberapa interval waktu, tabel perbandingan yang ada juga memperlihatkan rentang waktu yang

berdekatan untuk intensitas bangun yang sesuai antara data dari rekaman CCTV dengan diagram siklus tidur dari *smart watch*. Pada sampel 1 rekaman CCTV menunjukkan subjek sering terbangun pada rentang waktu 06:00 hingga 07:27. Diagram siklus tidur *smart watch* juga memperlihatkan frekuensi terbangun yang tinggi pada rentang waktu ini. Hal ini mungkin terjadi untuk alasan yang sama, di mana jam terbangun berdasarkan rekaman CCTV dibuat dengan melihat gerakan tubuh yang signifikan dari subjek penelitian, yang berarti di saat itu subjek penelitian kemungkinan besar juga menggerakkan tangannya. Hal yang terlihat secara signifikan terdeteksi dengan baik oleh EEG dan *smart watch* adalah pada sampel 4 di mana subjek penelitian terbangun sepenuhnya sekitar pukul 02:00 dan kembali tidur sekitar pukul 03:44.

Dari diagram siklus tidur kedua alat dibuat Tabel 6 dan Tabel 7 untuk melihat perpindahan tahapan tidur dari subjek penelitian di momen subjek akan terbangun.

Tabel 6. Perpindahan tahapan tidur sebelum subjek terbangun dengan EEG.

Sampel ke-	Momen Subjek Terbangun ke-	Tahapan Tidur Sebelum Terbangun
1	1	Light
	2	Light
	3	REM
	4	Light
2	1	Light
	2	Light
	3	REM
3	1	REM
	2	Light
4	1	Light
	2	Light
	3	REM
	4	Light

Dari Tabel 6 dan Tabel 7 dapat dihitung persentase dari setiap tahapan

Tabel 7. Perpindahan tahapan tidur sebelum subjek terbangun dengan *smart watch*.

Sampel ke-	Momen Subjek Terbangun ke-	Tahapan Tidur Sebelum Terbangun	Sampel ke-	Momen Subjek Terbangun ke-	Tahapan Tidur Sebelum Terbangun
1	1	REM	3	1	Light
	2	Light		2	Light
	3	Light		3	Light
	4	Deep		4	Light
	5	Light		5	Light
	6	Light		6	Light
	7	Light		7	Light
	8	Light		8	Light
	9	Light		9	Light
	10	Light		10	Light
	11	Light		11	REM
	12	Light		12	Light

untuk menjadi tahapan tidur sebelum subjek penelitian terbangun, yang terlihat pada Tabel 8 dan Tabel 9. Dari hasil perhitungan persentase terlihat perpindahan tahapan tidur yang paling sering adalah perpindahan tahapan tidur dari Light kemudian terbangun, yaitu sebanyak 69,2% untuk pendeteksian dengan EEG dan 76,1% untuk pendeteksian dengan *smart watch*. Dan yang paling jarang terjadi adalah perpindahan tahapan tidur dari Deep kemudian terbangun, yaitu 0% untuk pendeteksian dengan EEG dan 2,3% untuk pendeteksian dengan *smart watch*. Sedangkan perpindahan tahapan tidur dari REM kemudian terbangun cukup sering terjadi untuk pendeteksian dengan EEG yaitu sebesar 30,8%, sementara untuk pendeteksian dengan *smart watch* hanya sebesar 18,6%.

2	13	Light	4	1	Light
	1	REM		2	Light
	2	REM		3	Light
	3	Light		4	Light
	4	REM		5	Light
	5	Light		6	Light
	6	Light		7	REM
	7	Light		8	REM
	8	Light		9	Light
	9	REM			

Tabel 8. Persentase dari setiap tahapan untuk menjadi tahapan tidur sebelum subjek penelitian terbangun dengan EEG.

Tahapan	Frekuensi	Persentase (%)
Light	9	69,2
REM	4	30,8
Total	13	

Tabel 9. Persentase dari setiap tahapan untuk menjadi tahapan tidur sebelum subjek penelitian terbangun dengan *smart watch*.

Tahapan	Frekuensi	Persentase (%)
Light	34	79,1
REM	8	18,6
Deep	1	2,3
Total	43	

KESIMPULAN

Diagram siklus tidur yang diperoleh dari *smart watch* lebih banyak mendeteksi frekuensi terbangunnya subjek penelitian serta memiliki kesesuaian yang lebih tinggi dengan rekaman CCTV, daripada diagram siklus tidur dari EEG, karena *smart watch* yang dipakaikan di tangan lebih banyak digerakkan oleh subjek daripada kepala yang mengenakan EEG.

Perpindahan tahapan tidur yang paling sering adalah perpindahan tahapan tidur dari Light kemudian terbangun, yaitu sebanyak 69,2% untuk pendeteksian dengan EEG dan 76,1% untuk pendeteksian dengan *smart watch*. Perpindahan tahapan tidur yang paling jarang terjadi adalah perpindahan tahapan tidur dari Deep kemudian terbangun, yaitu 0% untuk pendeteksian dengan EEG dan 2,3% untuk pendeteksian dengan *smart watch*. Perpindahan tahapan tidur dari REM kemudian terbangun cukup sering terjadi untuk pendeteksian dengan EEG yaitu sebesar 30,8%, sementara untuk pendeteksian dengan *smart watch* hanya sebesar 18,6%.

SARAN

Perlu dilakukan pengamatan yang lebih detail dari rekaman CCTV terhadap subjek penelitian seperti gerakan bola mata yang dapat menjadi indikator subjek terbangun sesaat.

Perlu dilakukan analisis yang lebih mendalam dari sekedar melihat diagram siklus tidur, yaitu menganalisis besaran fisik yang dipakai oleh EEG dan *smart watch* untuk menghasilkan diagram siklus tidur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada UPH, yang melalui LPPM, telah mendanai penelitian bernomor P-042-FaST/II/2021 ini, hingga akhirnya penelitian ini dapat dilakukan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agran, P. F., Anderson, C., Winn, D., Trent, R., Haynes, L. W. & Thayer, S. (2003). Rates of pediatric injuries by 3-month intervals for children 0-3 years of age. *Journal of Pediatrics*, 111(6), 683-692. <https://doi.org/10.1542/peds.111.6.e683>
- Anam, A. K., Mulyadi, A. & Sagar, D. W. (2017). Upaya orang tua dalam pencegahan cedera anak balita di rumah. *Jurnal Ners dan Kebidanan*, 4(1), 12-16. <https://doi.org/10.26699/jnk.v4i1.ART.p012-016>
- Atak, N., Karaoğlu, L., Korkmaz, Y. and Usubütün, S. (2010). A household survey: unintentional injury frequency and related factors among children under five years in Malatya. *Turkish Journal of Pediatrics*, 52(3), 285–293.
- Fitbit. (2022). *Understand the Impact of Your Sleep*. Retrieved March 22, 2023 from <https://www.fitbit.com/global/us/technology/sleep>
- Martin, J. L., & Hakim, A. D. (2011). Wrist actigraphy. *Chest*, 139(6), 1514-1527. <https://doi.org/10.1378/chest.10-1872>
- Mishra, A., Bhateja, V., Gupta, A., Mishra, A., Satapathy, S. C. (2019). Feature Fusion and Classification of EEG/EOG Signals. In Wang J., Reddy G., Prasad V., Reddy V. (Eds). *Soft Computing and Signal Processing. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer.
- Muse. (2022). *Muse 2 Starter Guide*. Retrieved March 22, 2023 from <https://choosemuse.com/blog/muse-2-starter-guide/>
- Ong, A. C. W., Low, S. G., & Vasanwala, F. F. (2016). Childhood injuries in Singapore: Can local physicians and the healthcare system do more to confront this public health concern? *International Journal of Environmental Research Public Health*, 13 (7). <https://doi.org/10.3390/ijerph13070718>
- Patel, A. K., Reddy, V., Shumway, K. R., & Araujo, J. F. (2022). *Physiology, Sleep Stages*. StatPearls.
- Schupp, M., & Hanning, C. D. (2003). Physiology of Sleep. *BJA CEPD Reviews*, 3(3), 69-74. <https://doi.org/10.1093/bjacepd/mkg069>
- Tatum, W. O., Dworetzky, B. A., & Schomer, D. L. (2011). Artifact and recording concepts in EEG. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 28(3), 252-263. <https://doi.org/10.1097/wnp.0b013e31821c3c93>

PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI BERBASIS WEB BAGI BANK SAMPAH DI TANGERANG SELATAN

[DEVELOPMENT OF A WEB-BASED INFORMATION SYSTEM FOR WASTE BANKS IN SOUTH TANGERANG]

Priskila Christine Rahayu^{1*}, Verel Salomo Ulyano Simatupang², Agustina Christiani³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: priskila.christine@uph.edu

ABSTRACT

To support the government's program in achieving a zero waste target, the information system used by waste collectors, waste bank managers, or individuals needs to be developed. The academic community has supported the government program by designing an information system. However, the system requires sustainable maintenance and development to meet user needs. SampahQu is a mobile application used for depositing Tetra Pak packaging waste in South Tangerang. However, the application cannot be used due to lack of maintenance. The purpose of this research is to develop an information system based on the framework of the previous application, but expanded to deposit 48 other types of waste. The development method used is the System Development Life Cycle (SDLC) Prototype, which consists of planning, analysis, design, implementation, and testing stages. In the planning stage, the business process, user needs, and system development feasibility analysis are obtained. The results of the analysis stage consist of use case diagrams, activity diagrams, class diagrams, and normalized relational tables. The application will be used by waste collectors, waste bank managers, and personal customers, so login is required for access suitability: registration, waste bank data update, transaction input, viewing historical data, and reporting. The results of the design and implementation stage were successfully tested with users using the Delone and McLean success measurement method, with a score of 4.8 out of 5.

Keywords: IS Success Model; SDLC Prototype; waste bank; web based information system

ABSTRAK

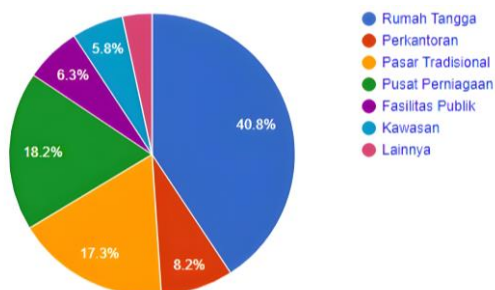
Untuk mendukung program pemerintah mencapai target bersih sampah, diperlukan pengembangan sistem informasi yang dapat digunakan oleh pengepul, pengurus bank sampah atau personal. Pihak akademisi telah mendukung program pemerintah melalui perancangan sistem informasi. Namun diperlukan adanya pemeliharaan dan pengembangan yang berkelanjutan dari sistem tersebut agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Aplikasi SampahQu merupakan aplikasi *mobile* yang digunakan untuk menyeter sampah kemasan Tetra Pak di Tangerang Selatan. Namun karena belum ada pemeliharaan, aplikasi tersebut tidak dapat digunakan lagi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem informasi berdasarkan kerangka kerja aplikasi sebelumnya, namun diperluas untuk penyeteran 48 jenis sampah lainnya. Metode pengembangan yang digunakan adalah metode Daur Hidup Pengembangan Sistem atau *System Development Life Cycle (SDLC) Prototype*, yang terdiri dari tahap perencanaan, analisis, pembuatan, implementasi dan testing. Pada tahap perencanaan diperoleh proses bisnis, kebutuhan pengguna dan analisis kelayakan pengembangan sistem. Hasil dari tahap analisis terdiri dari *use case diagram*, *activity diagram*, *class diagram* dan tabel relational ternormalisasi. Aplikasi akan digunakan oleh pengepul, pengurus bank sampah dan nasabah personal maka login diperlukan untuk kesesuaian akses: register, update data bank sampah, input transaksi, melihat data histori, dan pelaporan. Hasil dari tahap pembuatan dan

implementasi berhasil diujicoba kepada pengguna dengan menggunakan metode pengukuran keberhasilan dari Delone dan McLean sebesar 4.8 dari skala 5.

Kata kunci: bank Sampah; IS Success Model; SDLC Prototipe; sistem informasi berbasis web

PENDAHULUAN

Pada tahun 2021 diketahui Indonesia memiliki komposisi sampah berdasarkan sumbernya seperti pada gambar 1 dan sampah paling banyak diperoleh dari rumah tangga, yaitu sebesar 40,8% atau 29.565.740,01 ton/tahun (SIPSN, 2021). Penanganan sampah rumah tangga menurut Peraturan Presiden No.97 tahun 2017 dilakukan melalui proses pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pemrosesan akhir. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK, 2018) menyatakan target Indonesia bersih sampah pada tahun 2025 sebesar 70%. Hal ini tidak dapat dicapai tanpa kerja sama antara pemerintah, dunia usaha dan masyarakat serta dukungan teknologi informasi.



Gambar 1. Komposisi Sampah Indonesia 2021

Pihak akademisi mendukung program pemerintah ini melalui berbagai kegiatan tridharma perguruan tinggi seperti

merancang sistem informasi bank sampah. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 13 Tahun 2012 bank sampah adalah suatu tempat yang digunakan untuk mengumpulkan sampah yang sudah dipilah-pilah. Hasil dari pengumpulan sampah yang sudah dipilah akan disetorkan ke tempat pembuatan kerajinan dari sampah atau ke tempat pengepul sampah. Terdapat 212 Bank Sampah Induk (BSI), 12.071 Bank Sampah Unit (BSU), 14.506 nasabah tidak memiliki BSI dan 2.576 nasabah Lembaga/Rumah Tangga dari data KLHK (2022).

Pada tahun 2018, Program Studi Teknik Industri bekerja sama dengan Program Studi Sistem Informasi melakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Tangerang Selatan dalam bentuk kegiatan pembuatan dan penyerahan aplikasi SampahQu (Hery, 2019). SampahQu merupakan suatu aplikasi yang digunakan untuk pengumpulan sampah kemasan Tetra Pak oleh sekitar 30 mitra bank sampah (BSU) di Tangerang Selatan atau secara personal (rumah tangga) ke pengepul (BSI). Aplikasi SampahQu dapat diakses melalui *google play store*. Mulai tahun 2019 aplikasi tersebut menjadi tidak aktif

dikarenakan tidak adanya pemeliharaan pada server serta hosting. Pengepul mengharapkan aplikasi SampahQu dapat diaktifkan kembali dan dikembangkan menjadi aplikasi yang tidak terbatas pada sampah kemasan Tetra Pak, akan tetapi juga dapat digunakan untuk keseluruhan jenis sampah lainnya.

Saat ini pengepul memiliki $\pm$ 75 mitra Bank Sampah aktif yang melakukan penyetoran sampah setiap 2 minggu. Bank Sampah mengalami kesulitan menginput data sampah yang akan disetor. Data harus direkap secara manual, sehingga tagihan yang dikirimkan ke pengepul terlambat, yang mengakibatkan pengepul tidak dapat mengontrol kesesuaian data yang sudah masuk dan fisik sampah yang sudah diterima. Jadi masalah utama yang terjadi pada aplikasi mobile SampahQu adalah aplikasi tidak aktif karena belum ada pemeliharaan pada aplikasi dan server hosting, serta pengguna aplikasi terbatas.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan aplikasi berbasis web berdasarkan kerangka kerja aplikasi sebelumnya agar dapat diakses oleh pengepul, mitra bank sampah, dan nasabah untuk merekam transaksi setor sampah, melihat buku tabungan sampah, serta menghasilkan laporan rekapitulasi setor sampah yang diperlukan oleh pengepul.

METODE PENELITIAN

Langkah pertama dilakukan studi pendahuluan yaitu pengumpulan data melalui wawancara, observasi, dan studi literatur. Wawancara dilakukan dengan pengepul, pengurus bank sampah, dan nasabah untuk mengetahui masalah yang dihadapi dan kebutuhan sistem informasi. Observasi dilakukan untuk melihat langsung proses pengelolaan sampah di bank sampah. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi dan informasi yang dibutuhkan dalam merancang sistem informasi berbasis web.

Pengembangan sistem informasi dilakukan dengan menggunakan metode *System Development Life Cycle* (SDLC), *Prototype*. Metode prototipe digunakan pada penelitian ini sebagai model awal sistem untuk mengumpulkan umpan balik dan evaluasi dari pengguna. Selanjutnya prototipe akan disempurnakan secara berkelanjutan hingga mencapai sistem yang lengkap dan berkualitas. Secara berurutan tahapan metode SDLC yang dilakukan sebagai berikut (Dennis, 2015):

1. Tahap perencanaan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem berdasarkan proses bisnis dan kendala yang dialami, serta menganalisis kelayakan sistem secara teknis, ekonomi dan organisasi (Sharma, 2021).

2. Tahap analisis, untuk mengetahui kemungkinan efisiensi dan efektivitas pengelolaan sampah serta memberikan manfaat yang lebih besar bagi pengguna bank sampah dengan menggunakan aplikasi yang akan dikembangkan. Hal ini dilakukan dengan cara membuat *use case diagram* dan deskripsinya, *activity diagram* sistem usulan, *class diagram*, dan tabel relational ternormalisasi.

3. Tahap pembuatan, terdiri dari desain database serta desain UI dari aplikasi.

4. Tahap implementasi desain menjadi aplikasi berbasis web kemudian dilakukan pengujian fungsionalitasnya menggunakan *black box testing* seperti yang digunakan oleh Mustaqbal (2015), serta dilanjutkan pengukuran hasil uji coba oleh pengguna menggunakan kuesioner *IS Success Model* dari Delone dan McLean (2003) dengan skala likert 5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Tahap Perencanaan

Jenis sampah dan nilai tukar ditentukan dan diinput ke sistem oleh pengepul, sebagai sistem skoring untuk memberikan informasi kepada penyeter. Diharapkan dengan mengetahui informasi ini, menarik minat masyarakat untuk memilah dan menyeter sampah, sehingga lingkungan menjadi lebih baik. Data yang diperoleh pada Tabel 1 mencakup 11

kategori sampah dengan total 49 jenis sampah. Contoh data nilai tukar setiap jenis sampah untuk kategori sampah kertas dapat dilihat pada Tabel 2.

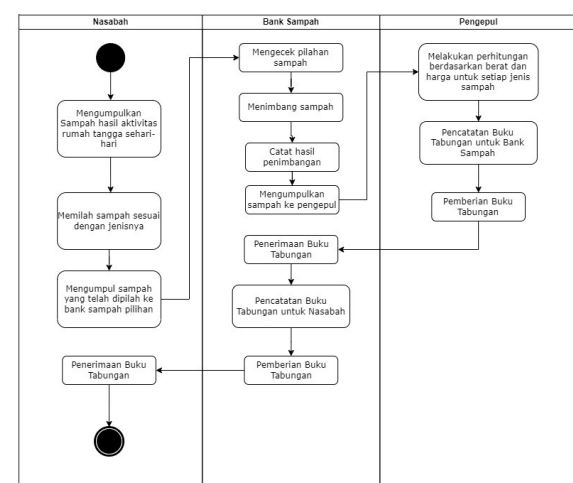
Tabel 1. Data jenis sampah

No	Kategori Sampah	Jumlah Jenis Sampah
1	Kertas	6
2	Plastik	12
3	Logam	7
4	Impact	2
5	Beling	1
6	Eletronik	13
7	Aki	1
8	Karpet	1
9	Keping CD	1
10	Minyak Jelantah	1
11	Lain-lain	4

Tabel 2. Data nilai tukar untuk kategori sampah kertas

No	Jenis Sampah	Nilai Tukar (Rp/kg)
1	Buku Tulis / Pelajaran / Campur	2.000
2	Hvs / Putih	2.700
3	Kardus / Box	1.700
4	Koran (Bagus)	2.500
5	Majalah	800
6	Boncos	700

Proses setor tabungan sampah ke pengepul dengan cara manual sebagai proses bisnis sistem saat ini digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses bisnis sistem saat ini

Berdasarkan hasil wawancara, sistem yang dibutuhkan oleh pengguna adalah sebagai berikut:

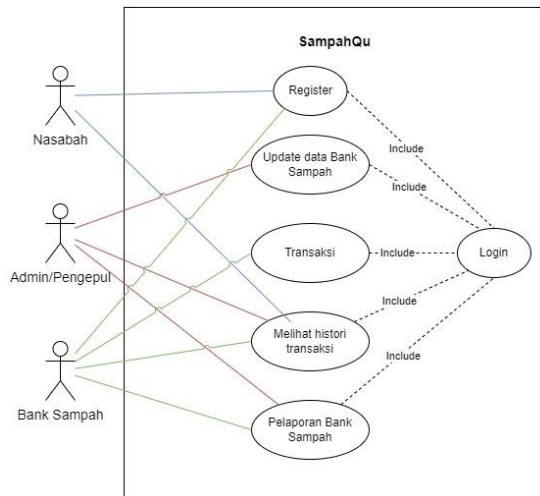
1. mampu menyimpan informasi tentang jenis dan jumlah sampah yang dikumpulkan oleh pengurus bank sampah dan nasabah. Informasi ini dapat digunakan oleh pengepul untuk membuat laporan dan mengambil keputusan terkait pengelolaan sampah
2. melakukan proses registrasi nasabah untuk personal atau bank sampah secara online. Nasabah akan diminta untuk mengisi data pribadi. Setelah itu, pengepul akan memverifikasi data dan mengkonfirmasi pendaftaran nasabah
3. menyediakan form bagi pengepul untuk menginput kategori, jenis sampah dan nilai tukar sampah. Selanjutnya, data ini akan dapat dilihat oleh nasabah atau bank sampah
4. menyediakan form bagi nasabah atau pengurus bank sampah untuk menginput transaksi setoran sampah dengan memilih jenis sampah yang sesuai dan berat sampah secara online. Selanjutnya, sistem menampilkan hasil perhitungan nilai sampah yang disetor sesuai berat dan jenis sampah, serta memberikan pilihan masukan nilai tukar yang akan disumbangkan dalam bentuk nominal atau persentase. Semua data yang diinput disimpan sebagai data historis buku tabungan
5. menampilkan data historis buku tabungan yang berbeda bagi setiap jenis pengguna, yaitu
 - a. keseluruhan data bagi pengepul
 - b. data bank sampah tertentu untuk pengurus bank sampah yang mengurus
 - c. data nasabah untuk nasabah tersebut
6. mampu mempertahankan konsistensi data ketika dilakukan proses edit data oleh pengurus bank sampah dan pengepul
7. diperlukan 1 PC untuk menjalankan aplikasi sebagai local hosting *server*, dengan minimal Processor Intel duo core quad, RAM 4GB DDR3. PC tersebut dilengkapi dengan akses internet, OS Windows 10, dan aplikasi XAMPP
8. diperlukan biaya sewa domain dan hosting *server* untuk menjalankan aplikasi secara online

Hasil Tahap Analisa

1. Use Case Diagram

Gambar 3 merupakan *use case diagram* dari sistem yang dapat digunakan oleh pengepul, pengurus bank sampah serta nasabah. Pengguna diwajibkan untuk register, kemudian setelah diverifikasi oleh admin, pengguna login dan sistem

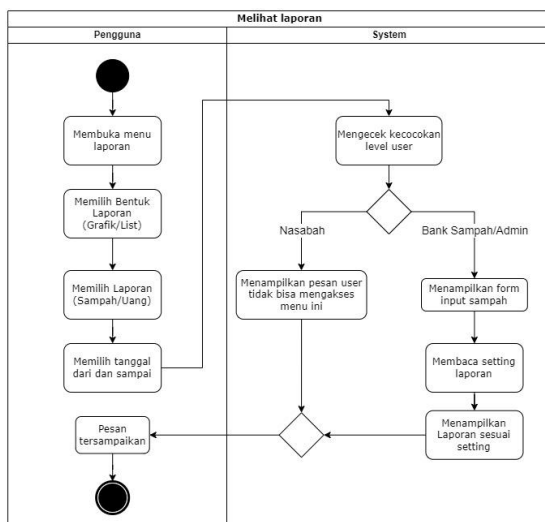
menampilkan menu yang sesuai dengan level atau peran pengguna.



Gambar 3. Use case diagram

2. Activity Diagram

Rancangan interaksi pengguna dan aplikasi dibuat dalam bentuk 6 *activity diagram*, yaitu untuk login, registrasi, menambah *master* data barang, input transaksi, melihat buku tabungan, dan melihat laporan. Salah satu *activity diagram* dapat dilihat pada Gambar 4.

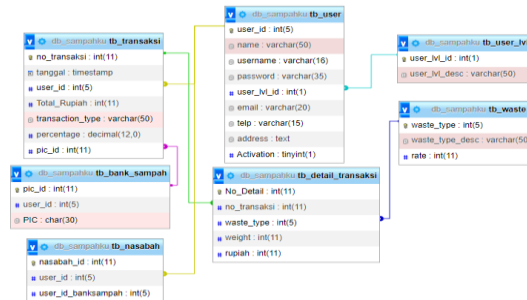


Gambar 4 Activity diagram melihat laporan

3. Tabel Relational Ternormalisasi

Berdasarkan aturan yang dituliskan oleh Connolly (2015) dan studi penelitian

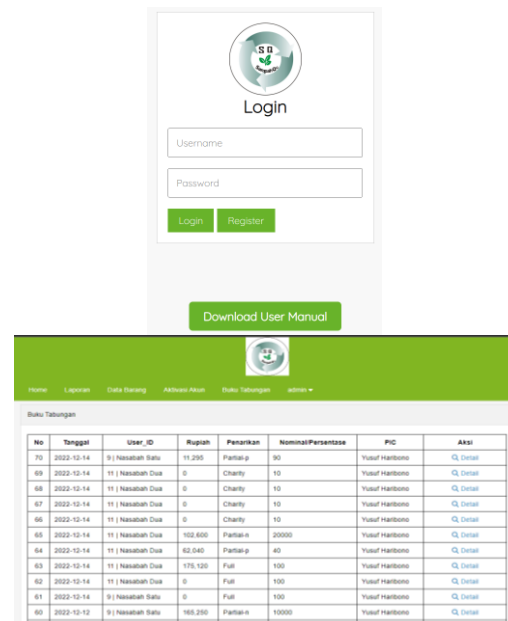
terdahulu dengan kasus serupa (Setyawati, 2020) dibuatlah rancangan sistem *database*. Rancangan *database* sebagai tempat penyimpanan data yang dimasukkan pengguna serta hasil olahan sistem dapat dilihat pada Gambar 5, yang terdiri dari 7 tabel sebagai hasil normalisasi dari *class diagram*



Gambar 5. Tabel relational ternormalisasi

Hasil Tahap Pembuatan dan Implementasi

Rancangan sistem berhasil diimplementasikan dan contoh hasil implementasi pada Gambar 6.



Gambar 6. Contoh hasil implementasi

Hasil Tahap Testing

Berdasarkan pengukuran IS Success Model skala 5 kepada pengguna diperoleh hasil pengukuran kualitas sistem, kualitas informasi, kualitas kegunaan dan kepuasan pengguna adalah 5, sedangkan untuk layanan 4,8. Hasil yang kurang optimal untuk layanan disebabkan kadang-kadang sistem tidak dapat diakses karena server sedang tidak stabil. Untuk itu perlu dilakukan pemeliharaan dan pengembangan sistem yang berkelanjutan untuk mencapai stabilitas server dan biaya sewa seminimal mungkin.

KESIMPULAN

Pengelolaan sampah di Indonesia akan semakin efektif dan efisien dengan bantuan sistem informasi berbasis web. Setiap pengguna dapat melakukan interaksi dengan mudah, kapan saja dan dimana saja. Namun perlu didukung dengan teknologi informasi yang memadai tanpa membebani pengguna.

Pada sistem yang telah dikembangkan, nasabah dan pengurus bank sampah dapat melakukan input data sampah yang akan disetor dan mengetahui nilai tukar sampah, serta dapat melihat buku tabungan masing-masing. Adanya informasi nilai tukar sampah ini, dapat membantu dalam proses edukasi masyarakat akan pentingnya proses

pemilahan sampah. Hal ini berdampak pada lingkungan yang semakin bersih, serta menjadi salah satu media penggerak ekonomi pada tataran level terbawah di masyarakat. Selain itu dapat menjadi penggiat munculnya industri kreatif berbahan dasar sampah yang berdampak pada pengurangan sampah rumah tangga. Pengepul dapat melihat laporan setoran sampah berdasarkan jenis sampah untuk menentukan perubahan nilai tukar yang sesuai dengan perkembangan jumlah sampah yang terkumpul dan proses akhir pengolahan sampah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada LPPM UPH yang telah mendukung kegiatan penelitian ini dengan No. P-15-FaST/VIII/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Connolly, T., & Begg, C. E. (2015). *Database systems: A Practical Approach to Design, Implementation* (6th ed.). Pearson.
- Delone, W. H., & Mclean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9-30. <https://doi.org/10.1080/07421222.2003.11045748>
- Dennis, A., Wixom, B. H., & Tegarden, D. (2015). *Systems Analysis and*

- Design: An Object-Oriented Approach with UML* (5th ed.). Wiley.
- Hery. (2019). Pembuatan dan penyerahan aplikasi “SampahQu” sebagai bagian dari proyek pengumpulan sampah kemasan tetra pak di Tangerang Selatan. Universitas Pelita Harapan.
- KLHK. (2018). *Siaran Pres Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi*. Retrieved February 20, 2023 from <http://ppid.menlhk.go.id/berita/siaran-pers/4229/klhk-dampingi-pemerintah-daerah-tuntaskan-amanat-presiden-agar-indonesia-bersih-sampah-2025>
- KLHK. (2022) *Sistem Informasi Manajemen Sampah (SIMBA)*. Retrieved March 20, 2023 from <https://simba.menlhk.go.id/portal/>
- Mustaqbal, M. S., Firdaus, R. F., & Rahmadi, H. (2015). Pengujian plikasi Menggunakan Black Box Testing Boundary Value Analysis (Studi Kasus : Aplikasi Prediksi Kelulusan SNMPTN). *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 1(3), 31-36.
- Setyawati, E., Sarwani, H., Wijoyo, H., & Soeharmoko, N. (2020). *Relational Database Management System (RDBMS)*. CV Pena Persada.
- Sharma, I. (2021). *Define Feasibility Study In Software Engineering*. Retrieved Desember 17, 2022 from <https://www.tatvasoft.com/outsourcing/2022/08/define-feasibility-study-in-software-engineering.html>
- SISPN (2021). *Komposisi Sampah*. Retrieved December 16, 2022 from <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>
- Suryani, A. S. (2014). Peran Bank Sampah Dalam Efektivitas Pengelolaan Sampah. *Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 5(1), 71-84.
- Yuliana, K., Saryani, & Azizah, N. (2019). Perancangan Rekapitulasi Pengiriman Barang Berbasis Web. *Jurnal Sisfotek Global*, 9(1), 118-123.

PENGARUH RASIO TEPUNG TAPIOKA DAN PORANG TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN SENSORI PEMPEK

[THE EFFECT OF TAPIOCA AND PORANG FLOUR RATIO ON THE PHYSICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF PEMPEK]

Ratna Handayani^{1*}, Dohan Dwisetyo²

^{1,2}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: ratna.handayani@uph.edu

ABSTRACT

Porang tuber is one of Indonesia's local food with high glucomannan content. Glucomannan is a type of soluble fiber that can strengthen myofibril gels which gives it potential usage in gel food such as pempek. This research is aimed to know the effect of the ratio between tapioca flour and porang flour (90:10, 80:20, dan 70:30) and concentration of fish (32.5%, 37.5%, dan 42.5%). The result showed that increasing fish concentration has a trend to also increase the springiness and scoring value of rubberiness. Increase in porang flour used cause pempek's colour to change into more brown and lower lightness. The best formulations which is 42.5% fish concentration and tapioca flour:porang flour ratio of 90:10 has springiness of 0.92 ± 0.02 , overall acceptance of 4.85 ± 1.26 , moisture content of $67.32 \pm 4.44\%$, and protein content of $5.10 \pm 0.88\%$.

Keywords: fish; porang; pempek

ABSTRAK

Umbi porang merupakan pangan lokal Indonesia yang memiliki kandungan glukomanan yang tinggi. Glukomanan merupakan serat larut yang dapat memperkuat gel miofibril sehingga dapat diaplikasikan pada produk olahan seperti pempek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio tepung tapioka dan tepung porang (90:10, 80:20, dan 70:30) dan perbedaan konsentrasi ikan tenggiri (32,5%, 37,5%, dan 42,5%) terhadap karakteristik fisik dan sensori pempek lenjer. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan konsentrasi ikan cenderung meningkatkan *springiness* dan nilai skoring kekenyalan dari pempek. Peningkatan jumlah tepung porang yang digunakan menyebabkan warna dari pempek semakin coklat dan *lightness* menjadi semakin rendah. Karakteristik pempek terbaik diperoleh dari formulasi konsentrasi ikan 42,5% dan rasio tepung 90:10 dengan *springiness* sebesar $0,92 \pm 0,02$ dan penerimaan keseluruhan sebesar $4,85 \pm 1,26$ serta memiliki kadar air sebesar $67,32 \pm 4,44\%$ dan kadar protein sebesar $5,10 \pm 0,88\%$.

Kata kunci: ikan tenggiri; porang; pempek

PENDAHULUAN

Umbi porang adalah tanaman lokal Indonesia yang telah lama dikenal dan tumbuh di hutan Indonesia terutama di pulau Jawa. Umbi porang memiliki nilai ekonomis yang tinggi dengan peluang

ekspor yang cukup besar (Rahayuningsih & Isminingsih, 2021).

Porang memiliki kandungan glukomanan yang tinggi. Glukomanan adalah serat pangan larut air yang pada umumnya diekstrak dari umbi konnyaku

(*Amorphophallus konjac*). Umbi konnyaku memiliki kandungan glukomanan sekitar 44% sedangkan kandungan glukomanan pada umbi porang dapat mencapai 65% (Wahyuni *et al.*, 2020). Kandungan glukomanan yang tinggi menyebabkan porang memiliki efek kesehatan sebagai prebiotik seperti menurunkan gula darah, kolesterol, dan tekanan darah (Devaraj *et al.*, 2019).

Glukomanan juga berpotensi dalam berbagai aplikasi pengolahan pangan. Glukomanan dapat digunakan sebagai emulsifier, *thickener*, *meat binder*, dan *gelation enhancer* (Ji *et al.*, 2017) sehingga umbi porang memiliki potensi dalam pembuatan pempek. Pempek adalah makanan khas Palembang yang dikenal luas dan dapat ditemukan di berbagai daerah di Indonesia. Pempek dibuat dengan cara menggiling ikan hingga halus yang kemudian ditambahkan dengan tepung tapioka dan diaduk hingga kalis. Tepung tapioka memiliki kandungan pati yang sangat tinggi yaitu 85% (Jayanti *et al.*, 2017) dan kadar serat yang sangat rendah yaitu sekitar 0,2% (Ijioma *et al.*, 2016) sehingga dapat menjadi kendala apabila dikonsumsi penderita diabetes. Ciri khas dari pempek adalah teksturnya yang kenyal yang karena pembentukan gel oleh protein miofibril ikan (Le *et al.*, 2018).

Glukomanan dapat meningkatkan kekuatan gel protein miofibril (Zhuang *et al.*, 2021).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah umbi porang dari toko *Kebunadle*, ikan tenggiri, tepung sagu tani “Hypermart”, garam “Dolphin”, monosodium glutamat “Sasa”, dan air “Amidis”. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah H_2SO_4 , K_2SO_4 , H_2O_2 , NaOH, H_3BO_4 , $KMnO_4$, akuades, kertas saring Whatman, *mixed indicator*, dan indikator metil merah.

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah *food processor* “Phillips”, meja timbang “Precisa 2200C SCS”, timbangan analitik “Ohaus”, *herb grinder* “Maksindo”, ayakan 60 mesh “tyler”, cawan penguapan, oven “Memmert”, *magnetic stirrer*, *heater* “Barnstead Thermolyne Cimarec”, *chromameter* “Konica Minolta CR-400”, *Texture Analyzer* “TA.XT Plus”, *water bath*.

Metode Penelitian

Pembuatan Tepung Porang

Pada penelitian ini pembuatan tepung porang diawali dengan tahapan penurunan kadar kalsium oksalat menggunakan metode Wahjuningsih dan Kunarto (2011) dengan modifikasi dengan

merendam porang di dalam air NaCl 10% selama 6 jam dilanjutkan dengan perendaman di dalam akuades selama 6 jam.

Proses pembuatan tepung porang diawali dengan pengupasan kulit dan pencucian umbi porang dan pemotongan umbi dengan ketebalan 2 mm. Umbi porang kemudian direndam pada larutan NaCl 10% selama 6 jam dan dilanjutkan dengan perendaman pada akuades selama 6 jam. Umbi porang kemudian dikeringkan di dalam *cabinet dryer*, diperkecil ukurannya dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Hasil pengecilan ukuran dilakukan pengujian kalsium oksalat.

Pembuatan pempek

Pembuatan pempek dimulai dengan penyiangan ikan tenggiri dan penimbangan bahan (Tabel 1). Daging ikan dicuci bersih dan digiling menggunakan *food processor*. Selanjutnya ditambahkan air dan garam. Tepung sesuai perlakuan ditambahkan secara perlahan hingga merata dan dibentuk bulat dengan diameter 5 cm. Selanjutnya direbus selama 20 menit.

Tabel 1. Formulasi pempek

Bahan	Jumlah (%)		
	P1	P2	P3
Daging ikan	32.5	37.5	42.5
Tepung	42.5	37.5	32.5
Air	23	23	23
Garam	1	1	1
MSG	1	1	1
Total	100	100	100

Sumber: Aminullah *et al.* (2020) dengan modifikasi
Keterangan: P1, P2, P3 (konsentrasi daging ikan yang dipergunakan)

Pengujian Kalsium Oksalat

Analisis kadar kalsium oksalat dilakukan terhadap tepung porang (BSN, 2020). Analisis dibagi menjadi 3 tahap yaitu tahap digesti, tahap pengendapan oksalat, dan tahap titrasi permanganat. Tahap digesti dimulai dengan menimbang tepung porang sebanyak 2 gram yang kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan disuspensikan dengan air suling sebanyak 190 ml. Sebanyak 10 ml HCl 6 M ditambahkan ke dalam suspensi. Suspensi larutan yang dipanaskan selama 1 jam pada suhu 100°C kemudian didinginkan dan ditambahkan air hingga 250 ml. Larutan disaring dan filtrat dibagi menjadi 2 masing-masing 125 ml.

Pengendapan oksalat dimulai dengan memasukkan filtrat ke dalam gelas piala yang kemudian ditambahkan indikator metil merah 4 tetes. Filtrat ditambahkan NH₄OH tetes demi tetes hingga berubah warna dari merah muda menjadi kuning pucat stabil. Filtrat dipanaskan hingga suhu 90°C kemudian didinginkan dan disaring untuk membuang endapan besi. Filtrat dipanaskan kembali hingga suhu 90°C kemudian ditambahkan CaCl₂ 5% sambil diaduk. Filtrat didinginkan semalam pada suhu 5°C. Filtrat disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 2500 rpm. Supernatan

didekantasi dan dilarutkan dalam 10 ml larutan H₂SO₄ 20%.

Kedua filtrat disatukan dan ditambahkan air hingga 300 ml. Filtrat 125 ml dipanaskan sampai hampir mendidih. Filtrat dititrasi dengan larutan KMnO₄ 0,05M yang telah distandarisasi terlebih dahulu. Titik akhir titrasi adalah pada saat terbentuk warna merah muda pucat stabil selama 30 detik.

$$\text{Kadar kalsium oksalat (mg/100g)} = \frac{\text{volume KMnO}_4 \times 0.00225 \times 2,4}{\text{berat tepung} \times 5} \times 10^5$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Tepung Porang

Pada penelitian ini, kadar air, kadar serat pangan larut, dan kadar kalsium oksalat diukur untuk mengetahui mutu tepung porang berdasarkan SNI dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar kalsium oksalat dari tepung porang pada penelitian ini adalah $41,85 \pm 1,91$ mg/100g. Kadar kalsium oksalat pada penelitian ini masuk ke dalam mutu III berdasarkan SNI.

Kadar kalsium oksalat yang didapatkan lebih sedikit dibandingkan Anggraeni *et al.* (2014) dengan kadar kalsium oksalat 1,44% atau 1440 mg/100g. Kadar kalsium oksalat perlu diturunkan agar produk yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi. Batas konsumsi kalsium oksalat untuk manusia adalah 0,6-1,25 g/hari (Wardani & Handrianto, 2019).

Konsumsi oksalat secara berlebihan dapat menimbulkan penyakit seperti batu ginjal (Alealign & Petros, 2018).

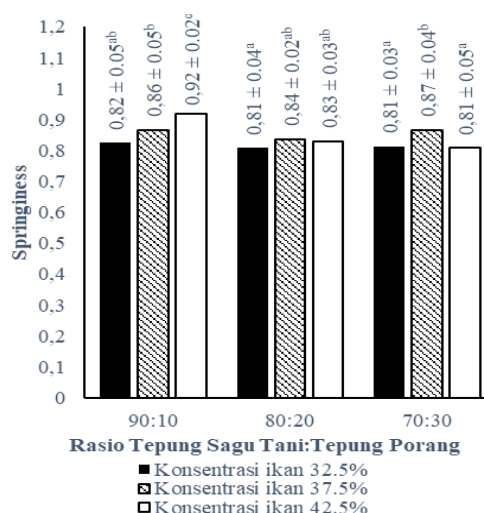
Tabel 2. Kandungan kimia tepung porang

Parameter	Tepung Porang	Anggraeni <i>et al.</i> (2014)
Kadar air (%bb)	$9,39 \pm 0,14$	14,6
Kadar serat pangan	$8,49 \pm 0,14$	-
Kadar kalsium oksalat (mg/100g)	$41,85 \pm 1,91$	1440

Sumber: Anggraeni *et al.* (2014)

Springiness

Berdasarkan analisis statistik ANOVA, konsentrasi ikan, rasio tepung tapioka dengan tepung porang, dan interaksi antara konsentrasi ikan dan rasio tepung tapioka dibanding tepung porang berpengaruh terhadap *springiness* dari pempek ($p < 0,05$). Pengaruh konsentrasi ikan dan rasio tepung tapioka dibandingkan tepung porang terhadap *springiness* pempek dapat dilihat pada Gambar 1.



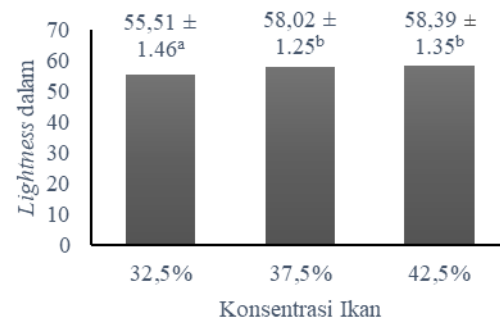
Gambar 1. Pengaruh interaksi konsentrasi ikan dan rasio tepung terhadap *springiness* pempek

Peningkatan konsentrasi ikan akan cenderung meningkatkan *springiness* dari pempek. Berdasarkan uji lanjutan Duncan, pempek dengan konsentrasi ikan 42,5% dan 37,5% tidak berbeda signifikan satu sama lain akan tetapi berbeda signifikan dengan pempek dengan konsentrasi ikan 32,5%. Pempek dengan *springiness* yang tinggi akan kembali ke tinggi awal apabila ditekan dan menunjukkan kekuatan gel yang baik. Hasil yang serupa didapatkan oleh Aminullah *et al.* (2020) yang mengukur tingkat kekenyalan pempek dengan 3 jumlah ikan berbeda dan tingkat kekenyalan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah ikan. Pempek merupakan produk gel. Meningkatnya konsentrasi ikan menyebabkan konsentrasi protein miofibril yang membentuk gel juga meningkat sehingga pempek yang dihasilkan menjadi lebih kenyal (Le *et al.*, 2018).

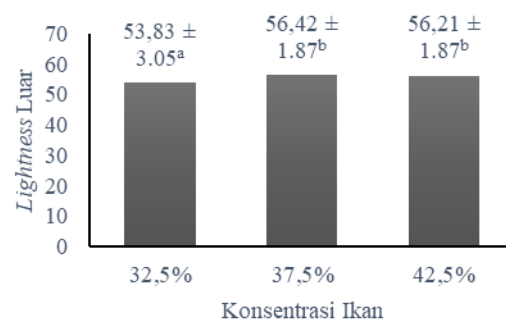
Lightness

Pengaruh konsentrasi ikan terhadap *lightness* bagian dalam dan *lightness* bagian luar pempek dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Berdasarkan uji statistik ANOVA, konsentrasi ikan dan rasio tepung berpengaruh terhadap *lightness* bagian dalam dan luar pempek ($p < 0,05$). Tidak terdapat interaksi antara konsentrasi ikan dengan rasio tepung yang

berpengaruh terhadap *lightness* pempek ($p > 0,05$).



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi ikan terhadap *lightness* bagian dalam pempek

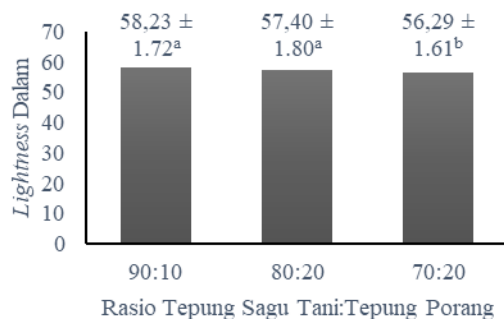


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi ikan terhadap *lightness* bagian luar pempek

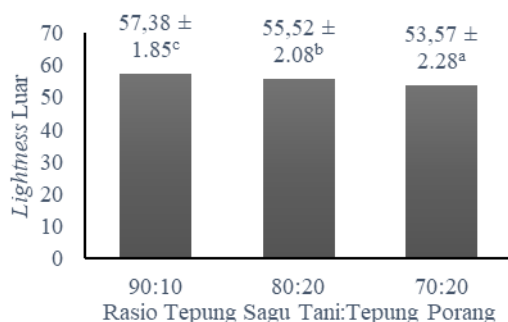
Pada Gambar 2 dan 3 dapat dilihat bahwa meningkatnya konsentrasi ikan menyebabkan *lightness* bagian dalam dan bagian luar dari pempek meningkat. Berdasarkan uji lanjutan Duncan, pempek dengan konsentrasi ikan 32,5% memiliki *lightness* yang lebih rendah secara signifikan dibandingkan dengan pempek dengan konsentrasi 37,5% dan 42,5%. Ini disebabkan oleh menurunnya jumlah tepung dalam formulasi seiring dengan bertambahnya konsentrasi ikan. Tepung porang memiliki *lightness* yang lebih rendah dibandingkan tepung tapioka yang

berwarna putih. Jumlah tepung porang yang lebih tinggi akan menyebabkan *lightness* dari pempek menjadi lebih rendah.

Rasio tepung tepung tapioka dibandingkan tepung porang berpengaruh terhadap *lightness* dari pempek seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5. Menurunnya rasio tepung sagu tani dibandingkan tepung porang menyebabkan *lightness* dari pempek menurun. Ini disebabkan oleh *lightness* dari tepung porang yang lebih rendah dibandingkan tepung sagu tani sehingga meningkatnya jumlah tepung porang yang digunakan menghasilkan pempek dengan warna yang lebih gelap.



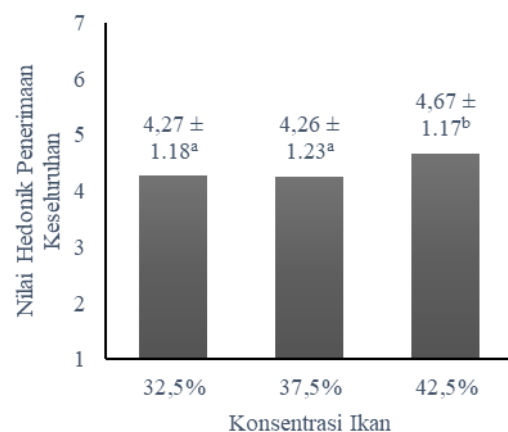
Gambar 4. Pengaruh rasio tepung terhadap *lightness* bagian dalam pempek



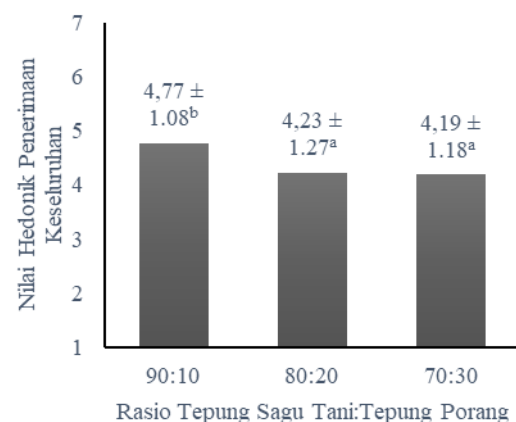
Gambar 5. Pengaruh rasio tepung terhadap *lightness* bagian luar pempek

Penerimaan Keseluruhan

Pengaruh konsentrasi ikan dan rasio tepung terhadap nilai penerimaan keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7. Berdasarkan uji statistik ANOVA, konsentrasi ikan dan rasio tepung berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis secara keseluruhan ($p < 0,05$) dan tidak terdapat interaksi antara konsentrasi ikan dan rasio tepung terhadap tingkat kesukaan panelis secara keseluruhan ($p > 0,05$).



Gambar 6. Pengaruh konsentrasi ikan terhadap nilai hedonik penerimaan keseluruhan
Keterangan: 1=sangat tidak suka, 7=sangat suka



Gambar 7 Pengaruh rasio tepung terhadap nilai hedonik penerimaan keseluruhan
Keterangan: 1=sangat tidak suka, 7=sangat suka

Panelis paling menyukai pempek dengan konsentrasi ikan 42,5% dan berbeda signifikan dibandingkan pempek dengan konsentrasi 32,5% dan 37,5%. Pempek dengan konsentrasi ikan 32,5% dan 37,5% memiliki tingkat kesukaan yang tidak berbeda signifikan. Panelis lebih menyukai pempek dengan rasio tepung 90:10 secara signifikan dibandingkan dengan pempek dengan rasio 80:10 dan 70:10. Dari uji hedonik penerimaan keseluruhan dapat diketahui bahwa panelis paling menyukai pempek dengan konsentrasi ikan 42,5%, rasio tepung porang/tepung sagu tani 90:10, dan nilai hedonik rata-rata $4,85 \pm 1,25$.

Analisis Perlakuan terbaik

Pempek dengan *springiness* terbaik adalah pempek dengan kombinasi konsentrasi ikan 42,5% dan rasio tepung tapioka dibanding tepung porang sebesar 90:10. Dari uji hedonik, konsentrasi ikan 42,5% menghasilkan pempek yang paling disukai panelis. Uji hedonik juga menunjukkan bahwa rasio tepung 90:10 menghasilkan kekenyalan pempek yang paling disukai panelis.

Analisis kadar air dan kadar protein dilakukan pada pempek dengan perlakuan terbaik. Analisis kadar air dan protein dilakukan karena konsentrasi protein dan kadar air berpengaruh terhadap tekstur dari gel produk berbasis surimi (Tahergorabi et

al., 2012). Kadar air pempek perlakuan terbaik adalah $67,32 \pm 4,44\%$. Kadar protein dari pempek dengan perlakuan terbaik adalah $10,20 \pm 1,75\%$.

KESIMPULAN

Tepung porang yang dihasilkan mengandung kandungan kalsium oksalat sebanyak $41,85 \pm 1,91$ mg/100g. Konsentrasi ikan dan rasio substitusi tepung porang yang berbeda menghasilkan pempek dengan karakteristik fisik dan sensori yang berbeda. Rasio tepung tapioka dibanding tepung porang berpengaruh terhadap *springiness*, dan warna dari pempek. Bertambahnya rasio tepung porang menyebabkan warna pempek menjadi lebih coklat dan kurang disukai oleh panelis. Perbedaan rasio tepung porang tidak berpengaruh terhadap aroma dari pempek akan tetapi berpengaruh terhadap penilaian kekenyalan dan kekompakan dari pempek.

Pempek dengan perlakuan terbaik adalah pempek dengan konsentrasi ikan 42,5% dan rasio tepung tapioka dibanding tepung porang 90:10. Pempek dengan perlakuan terbaik memiliki nilai hedonik $4,85 \pm 1,25$ untuk penerimaan keseluruhan, beraroma ikan, tidak beraroma porang, kompak, agak tidak coklat, dan agak kenyal, dengan kadar air $67,32 \pm 4,44\%$ dan kadar protein $5,10 \pm 0,88\%$.

DAFTAR PUSTAKA

- Alelign, T., & Petros, B. (2018). Kidney stone disease: An update on current concepts. *Advances in Urology*, 2018, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2018/3068365>
- Aminullah, Daniel, & Rohmayanti, T. (2020). Profil tekstur dan hedonik pempek lenjer berbahan lokal tepung talas Bogor (*Colocasia Esculenta* L. Schott) dan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 25(1), 7. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v25i1.7-18>
- Anggraeni, D. A., Widjanarko, S. B., & Ningtyas, D. W. (2014). Proporsi tepung porang (*Amorphophallus muelleri* Blume): tepung maizena terhadap karakteristik sosis ayam. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(3), 214–223.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2020). *Serpih porang (Amorphophallus muelleri Blume) sebagai bahan baku*. SNI 7938:2020. Badan Standardisasi Nasional.
- Devaraj, R. D., Reddy, C. K., & Xu, B. (2019). Health-promoting effects of Konjac Glucomannan and its practical applications: A critical review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 126, 273–281. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.12.203>
- Ijioma, B. C., Ihediohanma, N. C., Okafor, D. C., Ofoedu, C. E., & Ojimba, C. N. (2016). Physical, chemical and sensory attributes of tapioca grits from different cassava varieties. *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*, 4(1), 46–53.
- Jayanti, U., Dasir, & Idealistuti. (2017). Kajian penggunaan tepung tapioka dari berbagai varietas ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) dan jenis ikan terhadap sifat sensoris pempek. *Edible: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknologi Pangan*, 6, 59–62.
- Ji, L., Xue, Y., Feng, D., Li, Z., & Xue, C. (2017). Morphology and gelation properties of konjac glucomannan: Effect of microwave processing. *International Journal of Food Properties*, 20(12), 3023–3032. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1270962>
- Le, H., Ting, L., Jun, C., & Weng, W. (2018). Gelling properties of myofibrillar protein from abalone (*Haliotis Discus Hannai* Ino) muscle. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 277–288. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1454463>
- Rahayuningsih, Y., & Isminingsih, S. (2021). Analisis usahatani porang (*Amorphophallus muelleri*) di Kecamatan Mancak, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*, 5(1), 47–56.
- Wahjuningsih, S. B., & Kunarto, B. (2011). Pengaruh blanching dan ukuran partikel (mesh) terhadap kadar glukomanan, kalsium oksalat, dan serat makan tepung umbi porang (*Amorphophallus onchophyllus*). *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 9(2), 117–123. <https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v9i2.278>
- Wahyuni, K. I., Rohmah, M. K., Ambari, Y., & Romadhon, B. K. (2020). Pemanfaatan umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Bl)

sebagai bahan baku keripik. *Jurnal Karinov*, 3(1), 1–4.

Wardani, R. K., & Handrianto, P. (2019). Analisis kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah perlakuan perendaman dalam larutan asam (Analisis dengan metode titrasi permanganometri). *Journal of Research and Technology*, 5(2), 144–153.

Zhuang, X., Wang, L., Jiang, X., Chen, Y., & Zhou, G. (2021). Insight into the mechanism of myofibrillar protein gel influenced by konjac glucomannan: Moisture stability and phase separation behavior. *Food Chemistry*, 339. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127941>

KARAKTERISTIK COOKIES MOCAF DENGAN SUBSTITUSI AMPAS KACANG HIJAU DAN PENAMBAHAN ISOLAT SOY PROTEIN

[CHARACTERISTICS OF MOCAF COOKIES WITH SUBSTITUTION OF MUNG BEAN DREGS AND ADDITION OF SOY PROTEIN ISOLATE]

Valerie Kathleen Laurencia¹, Titri Siratantri Mastuti^{2*}, Intan Cidarbulan Matita³
^{1,2,3}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: titri.mastuti@uph.edu

ABSTRACT

Cookies is a type of biscuit that is widely consumed by all society with its characteristic being dense but crunchy texture. Food diversification is needed to reduce dependency of imported wheat. The use of wheat flour as the main raw material for cookies can be replaced using flour from local Indonesian ingredients such as mocaf (modified cassava). However, the low protein content and the absence of gluten in mocaf can affect the texture of the cookies. Mung bean dregs and Soy Protein Isolate (ISP) can be used as a source of protein and improving the characteristics of mocaf cookies. The content of fiber and iron in mung bean dregs can improve the functional properties of cookies. The purpose of this study was to determine the best ratio between mung bean dregs and mocaf flour and ISP's concentration on producing mocaf cookies with the best characteristics. The research consists of the preliminary stage and the main stage. The preliminary stage is characterization of mung bean dregs. The main stage is the manufacture of mocaf cookies with factors are the ratio of mocaf flour (TM) with mung bean dregs flour (ASKH), and concentration of ISP. The results showed that the best cookies were obtained from cookies with a TM:ASKH ratio of 50:50 and an ISP of 15%. Mocaf cookies with the addition of mung bean dregs and ISP had a moisture content of 3.54 ± 12.92 %, protein 7.43 ± 14.25 %, fat 21.40 ± 1.54 %, ash 1.76 ± 1.53 %, carbohydrate 65.45 ± 0.61 , iron 1.39 ± 1.51 mg/100 g, dietary fiber 11.45 ± 0.37 %, hardness 1418.49 ± 0.39 gf, kamba density 0.31 ± 1.19 g/mL. The content of water, protein, ash and fat from mocaf cookies can meet the quality standards of cookies' SNI. The selected cookies has a slightly yellow color with a slightly hard texture, a bit flavorful, taste of mung beans and rich in fiber.

Keywords: cookies; dietary fiber; ISP; mocaf; mung bean dregs

ABSTRAK

Cookies merupakan salah satu jenis biskuit yang banyak dikonsumsi semua lapisan masyarakat dengan ciri khasnya memiliki tekstur padat namun renyah. Diversifikasi pangan diperlukan untuk mengurangi ketergantungan impor gandum sebagai bahan baku terigu yang semakin meningkat. Penggunaan tepung terigu sebagai bahan baku utama cookies dapat digantikan menggunakan tepung dari bahan lokal Indonesia seperti mocaf (*modified cassava*). Namun kadar protein yang rendah dan ketiadaan gluten pada mocaf dapat memengaruhi tekstur cookies. Ampas kacang hijau dan *Isolat Soy Protein* (ISP) dapat digunakan dalam pembuatan cookies sebagai sumber protein dan memperbaiki karakteristik cookies mocaf. Kandungan serat dan zat besi pada ampas kacang hijau dapat meningkatkan sifat fungsional cookies. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan rasio terbaik antara ampas kacang hijau dan tepung mocaf serta konsentrasi ISP untuk menghasilkan cookies mocaf dengan karakteristik terbaik. Penelitian terdiri dari tahap pendahuluan dan tahap utama. Tahap pendahuluan dilakukan karakterisasi ampas kacang hijau. Tahap utama dilakukan pembuatan

cookies mocaf dengan faktor perlakuan rasio substitusi tepung mocaf (TM) dengan tepung ampas kacang hijau (ASKH) serta variasi konsentrasi penambahan ISP. Hasil penelitian menunjukkan cookies terbaik diperoleh dari cookies dengan rasio TM:ASKH 50:50 dan ISP 15%. Cookies mocaf dengan penambahan ampas kacang hijau dan ISP memiliki kadar air sebesar $3,54 \pm 12,92$ %, protein $7,43 \pm 14,25$ %, lemak $21,40 \pm 1,54$ %, abu $1,76 \pm 1,53$ %, karbohidrat $65,45 \pm 0,61$, zat besi $1,39 \pm 1,51$ mg/100 g, serat pangan $11,45 \pm 0,37$ %, hardness $1418,49 \pm 0,39$ gf, densitas kamba $0,31 \pm 1,19$ g/mL. Kadar air, protein, abu dan lemak cookies mocaf dapat memenuhi standar mutu SNI cookies terigu. Cookies terpilih memiliki warna agak kuning dengan tekstur agak keras, agak beraroma, berasa kacang hijau dan merupakan produk kaya serat.

Kata kunci: ampas kacang hijau; *cookies*; ISP; mocaf; serat pangan

PENDAHULUAN

Cookies merupakan salah satu jenis biskuit sebagai makanan ringan yang sering dikonsumsi masyarakat disemua kalangan usia. *Cookies* diproduksi dengan bahan utama tepung terigu, mentega, gula, dan telur (Idora *et al.*, 2017).

Cookies dibuat menggunakan terigu rendah protein karena memiliki daya serap air yang rendah sehingga produk menjadi renyah dan mempunyai umur simpan yang panjang (Subandoro *et al.*, 2013). Tepung terigu sebagai bahan pembuat *cookies* dapat digantikan dengan tepung lokal seperti tepung mocaf atau tepung modifikasi ubi kayu (singkong) sebagai bagian dari usaha diversifikasi pangan dan mengurangi impor gandum sebagai bahan baku terigu (Subandoro *et al.*, 2013).

Tepung mocaf mengandung protein yang lebih kecil dari tepung terigu, maka perlu ditambah bahan lain agar meningkatkan kandungan protein *cookies*.

yang dihasilkan. Salah satu alternatif bahan yang dapat digunakan yaitu ampas sari kacang hijau. Biasanya ampas sari kacang hijau tidak digunakan dan dianggap sudah tidak mempunyai nilai gizi. Kacang hijau merupakan sumber protein nabati dan serat sehingga substitusi tepung mocaf dengan ampas sari kacang hijau diharapkan dapat menaikkan kadar protein dan serat pada *cookies* (Idora *et al.*, 2017).

Cookies dengan bahan bukan terigu seperti tepung mocaf tidak memiliki kandungan gluten yang menyebabkan tekstur *cookies* menjadi keras (Tanjung dan Kusnadi, 2015). Penggunaan tepung mocaf yang semakin tinggi akan menurunkan daya kembang dari produk pangan (Oktaviana *et al.*, 2017). *Isolate Soy Protein* (ISP) memiliki nilai protein tinggi, yaitu sekitar 90%, sehingga menjadikan ISP memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan karakteristik fungsional produk pangan seperti *water holding capacity*, kelarutan,

daya emulsi, gelasi dan karakteristik buih (Oktasari *et al.*, 2015).

Zat besi sangat diperlukan oleh tubuh karena berperan dalam pembentukan hemoglobin dalam sel darah merah sehingga dapat mencegah terjadinya anemia. Berdasarkan data Riskesdas 2013, anemia masih menjadi masalah kesehatan bagi masyarakat di Indonesia dengan prevalensi pada anak balita sebesar 28,1%, anak 5-12 tahun 29% ibu hamil 37,1%, remaja putri 13-18 tahun dan wanita usia subur 15-49 tahun masing-masing sebesar 22,7% (Musni, 2019).

Ampas kacang hijau mengandung zat besi sehingga dapat dijadikan sumber zat besi pada produk pangan seperti *cookies* (Kusumaningrum *et al.*, 2016). Penggunaan ampas sari kacang hijau serta ISP dapat memengaruhi karakteristik dari *cookies* mocaf yang dihasilkan. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah menentukan rasio substitusi ampas sari kacang hijau terhadap tepung mocaf dan juga konsentrasi terbaik penambahan ISP untuk menghasilkan *cookies* mocaf yang memiliki karakteristik terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *cookies* adalah kacang hijau “*Djago Bekisar*”, tepung *mocaf* “*Hasil*

Bumiku”, *Isolate Soy Protein* “*Para Agribusiness*”, margarin “*Blue Band Serbaguna*”, kuning telur, telur utuh, gula halus “*Merbabu*”, vanili “*Koepoe-Koepoe*”, dan *baking powder* “*Koepoe-Koepoe*”.

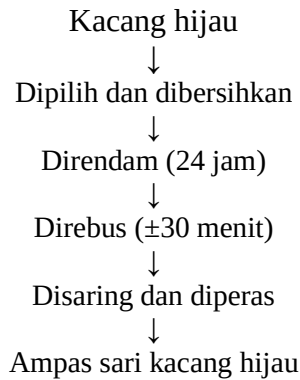
Bahan yang digunakan dalam analisis *cookies* adalah K_2SO_4 “*Sigmaaldrich*”, selenium, H_2SO_4 pekat, akuades “*Amidis*”, NaOH 35%, H_3BO_3 4%, *mixed indicator*, larutan buffer MES-TRIS, enzim α -amilase, enzim protease, enzim amiloglukosiade, HCL 0,561M, NaOH 1M, etanol 95%, etanol 78%, aseton, *hexane* “*Smart Lab*”, HNO_3 pekat.

Alat yang digunakan dalam pembuatan *cookies* adalah *mixer* dan oven. Alat yang digunakan dalam analisis *cookies* adalah timbangan analitik, labu Kjeldahl, *texture analyzer*, *chromameter*, *soxhlet*, labu lemak, vacuum rotary, dan lembar penilaian kuesioner.

Prosedur

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui karakteristik bahan baku yang digunakan. Ampas kacang hijau yang digunakan dalam penelitian ini dibuat sesuai prosedur yang dapat dilihat pada Gambar 1. Ampas kacang hijau yang diperoleh dan tepung mocaf dianalisis kadar air dan kadar proteinnya.



Gambar 1. Prosedur pembuatan ampas sari kacang hijau

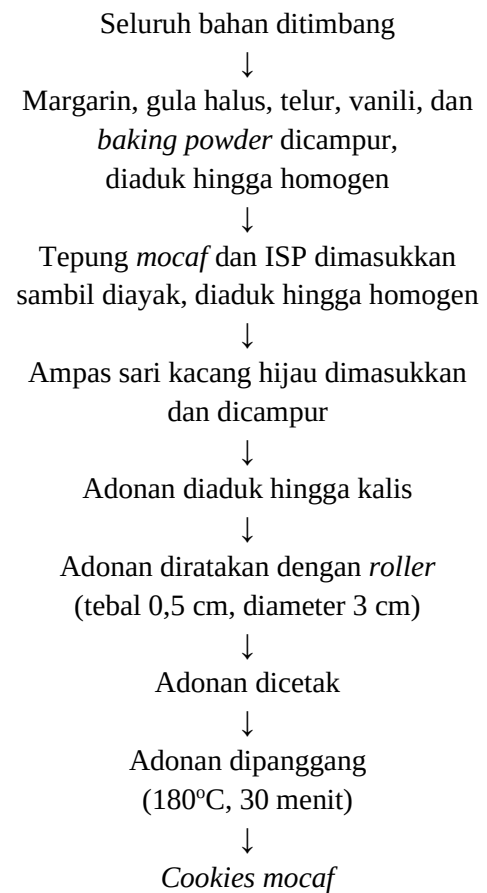
Penelitian Utama

Penelitian tahap utama merupakan pembuatan *cookies* mocaf dengan tujuan menentukan formulasi terbaik pada penggunaan variasi rasio antara tepung mocaf (TM) dengan ampas sari kacang hijau (ASKH) serta variasi konsentrasi ISP. Rasio tepung *mocaf* dengan ampas sari kacang hijau terdiri dari 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50. Konsentrasi ISP yang digunakan sebesar 5%, 10%, dan 15%. Bahan lain yang digunakan adalah kuning telur 15%, margarin 50%, gula halus 50%, *baking powder* dan vanili masing-masing 1%. Prosedur pembuatan *cookies* mocaf dapat dilihat pada Gambar 2.

Rancangan Percobaan dan Analisis Uji

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian Tahap I menggunakan penelitian dengan 2 faktor menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua kali pengulangan. Faktor I merupakan rasio antara tepung *mocaf*

dengan ampas sari kacang hijau dengan 5 level yang berbeda, yaitu 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, dan 90:10. Faktor II merupakan penambahan ISP dengan 3 level berbeda, yaitu 5%, 10%, dan 15%. Data dianalisis secara statistik dengan Two Way Anova menggunakan alat bantu SPSS 25.



Gambar 2. Prosedur pembuatan *cookies*

Analisis yang dilakukan pada penelitian pendahuluan adalah kadar air (AOAC, 2012) dan kadar protein (AOAC, 2005).

Analisis yang dilakukan pada penelitian tahap utama adalah analisis kadar air, analisis protein, densitas kampa (Butt & Rizwana, 2010), analisis warna

(Kaemba *et al.*, 2017), tekstur (Oksuz *et al.*, 2016), serta analisis organoleptik (Meilgaard *et al.*, 2016). Perlakuan terpilih dianalisis kadar lemak (AOAC, 2005), kadar karbohidrat (AOAC, 2005), kadar abu (AOAC, 2005), zat besi (AOAC, 2011), dan serat pangan (AOAC, 1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku Cookies

Tepung mocaf dapat digunakan dalam pembuatan cookies namun kadar protein tepung mocaf rendah. Hasil analisis kadar protein pada tepung mocaf yang digunakan pada penelitian ini sebesar $0,86 \pm 1,27$ % dan kadar air $9,66 \pm 2,18$ %. Kadar air dari tepung *mocaf* sudah memenuhi syarat mutu dari BSN (2011), yaitu maksimal 13% dan kadar protein berdasarkan Codex Stan 176-1989 dalam Subagyo (2006) maksimal 1%.

Rendahnya kadar protein dari tepung *mocaf* dapat memengaruhi karakteristik cookies sehingga perlu adanya penambahan bahan lain untuk meningkatkan kadar protein dari cookies yang dihasilkan, yaitu penggunaan ampas sari kacang hijau.

Hasil analisis pada ampas sari kacang hijau yang digunakan pada penelitian ini memiliki kadar air $70,10 \pm 0,84$ % dan kadar protein $8,76 \pm 2,64$ %. Kadar protein ampas kacang hijau sudah cukup tinggi

dan sesuai dengan kadar protein tepung terigu yang umumnya digunakan dalam pembuatan cookies yaitu tepung terigu protein rendah (6%-8%) (Yanuarti dan Afsari, 2016). Namun ampas kacang hijau tidak memiliki kandungan protein gluten. Gluten pada tepung terigu dapat mempengaruhi kekenyalan dan keelastisan adonan sehingga berpengaruh pada tekstur cookies. Semakin tinggi kandungan gluten menyebabkan cookies menjadi renyah, semakin rendah kandungan gluten menyebabkan cookies menjadi keras (Subandoro *et al.*, 2013).

Oleh karena itu cookies pada penelitian ini juga menggunakan ISP sebagai bahan pengikat yang dapat membantu memengaruhi tekstur cookies yang dihasilkan. ISP merupakan hasil isolasi protein kedelai dengan kandungan protein yang tinggi minimal 90%. Penggunaan ISP pada produk dapat meningkatkan kekenyalan adonan dan kekompakan struktur produk (Ilma *et al.*, 2019; Suryanto, 2011).

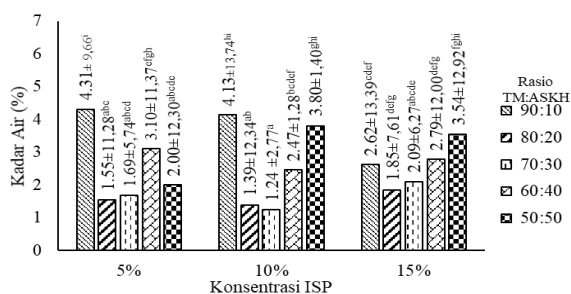
Pengaruh Rasio Tepung Mocaf dan Ampas Sari Kacang Hijau dengan Penggunaan Kadar ISP yang Berbeda terhadap Karakteristik Kimia dan Fisik Cookies Mocaf

Kadar Air

Hasil analisis statistik *two way* anova menunjukkan terdapat pengaruh

interaksi antara variasi rasio tepung *mocaf* (TM) dan ampas sari kacang hijau (ASKH) dengan konsentrasi ISP terhadap kadar air *cookies* ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada rasio rasio TM:ASKH (90:10), kadar air semakin rendah dengan bertambahnya konsentrasi ISP yang digunakan.

Pemakaian tepung *mocaf* lebih banyak (90:10) membuat kadar air *cookies* cenderung lebih tinggi meskipun masih memenuhi syarat mutu kadar air *cookies* berdasarkan SNI. Tepung *mocaf* mempunyai gugus hidrofil yang bersifat mengikat air sehingga pada proses pemanggangan memengaruhi jumlah air yang menguap. ISP memiliki daya ikat air dan lemak yang baik yang menyebabkan kadar air akan menurun jika penggunaan ISP semakin tinggi (Putri & Fidelia, 2018).



Gambar 3. Kadar air *cookies* dengan variasi rasio tepung *mocaf* dan ampas sari kacang hijau

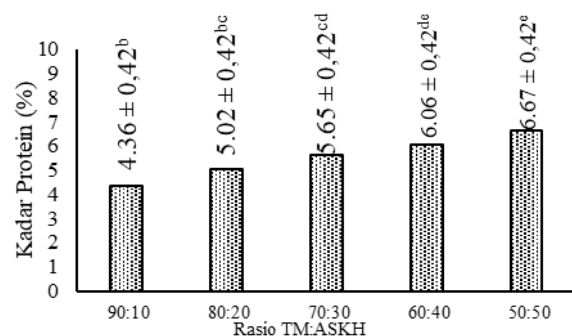
Keterangan: Perbedaan notasi huruf yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$)

Rasio TM:ASKH 70:30 dengan ISP 10% memiliki kadar air terendah dan tidak berbeda signifikan dengan rasio 80:20

dengan ISP 5%, rasio 70:30 dengan ISP 5%, rasio 50:50 dengan ISP 5%, rasio 80:20 dengan ISP 10%, rasio 70:30 dengan ISP 15%. Semakin banyak penggunaan ampas sari kacang hijau sebagai substitusi *mocaf* akan membuat kadar air *cookies* lebih tinggi. Hal ini disebabkan kadar air ampas sari kacang hijau yang tinggi yaitu $70,10 \pm 0,84 \%$ sehingga lebih memengaruhi kadar air *cookies*.

Kadar Protein

Pada analisis kadar protein *cookies*, tidak terdapat interaksi antara rasio TM:ASKH dengan konsentrasi ISP. Namun masing-masing faktor memengaruhi kadar protein *cookies* ($p \leq 0,05$) seperti dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



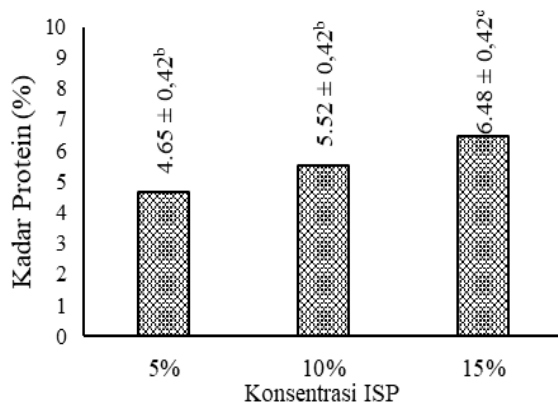
Gambar 4. Kadar protein *cookies* dengan variasi rasio tepung *mocaf* dan ampas sari kacang hijau

Keterangan: Perbedaan notasi huruf yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 4 memperlihatkan semakin banyak rasio ampas kacang hijau maka kadar protein semakin tinggi. Pada penelitian ini, rasio 50:50 memiliki kadar protein *cookies* tertinggi yaitu $6,67 \pm$

0,42%. Penggunaan ampas sari kacang hijau yang semakin tinggi akan meningkatkan kadar protein *cookies* karena kadar protein dari ampas sari kacang hijau yang digunakan tinggi, yaitu sebesar 8,76% sedangkan tepung *mocaf* hanya sebesar 0,86%. Kadar protein bahan yang digunakan dapat memengaruhi kadar protein *cookies* yang dihasilkan.

Gambar 5 mendukung hal tersebut. Semakin banyak konsentrasi ISP yang digunakan maka kadar protein *cookies* meningkat. Kadar protein yang paling tinggi ada pada *cookies* dengan ISP 15%. Peningkatan kadar protein disebabkan oleh penambahan ISP yang merupakan bahan tinggi protein (Mervina *et al*, 2012).



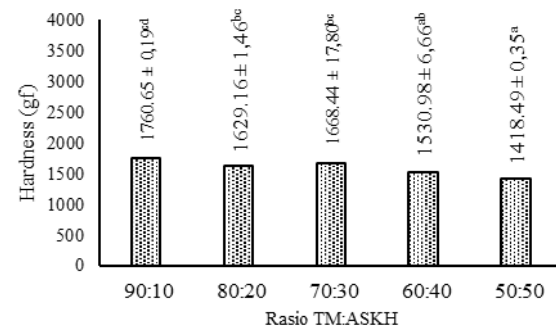
Gambar 5. Kadar protein *cookies* dengan variasi konsentrasi isp

Keterangan: Perbedaan notasi huruf yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$)

Hardness

Berdasarkan hasil analisis two way anova, hanya rasio antara tepung *mocaf* dan ampas sari kacang hijau yang berpengaruh terhadap tekstur *cookies* ($p \leq 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan (Gambar 6)

menunjukkan semakin rendah rasio *mocaf* terhadap ampas sari kacang hijau maka nilai *hardness* semakin turun dengan nilai *hardness* paling rendah pada rasio 50:50.



Gambar 6. Analisis *hardness cookies* dengan variasi rasio tepung *mocaf* dan ampas sari kacang hijau

Keterangan: Perbedaan notasi huruf yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$)

Hal ini serupa dengan yang diperoleh Saputra *et al*. (2014), penggunaan tepung *mocaf* yang semakin tinggi menyebabkan tekstur *cookies* menjadi keras.

Warna

Warna *cookies* ditunjukkan dengan derajat *hue* dan *lightness*. *Cookies* yang dihasilkan memiliki derajat *hue* dari 76-86 dan kecerahan 64,75 – 72,63. Menurut Hutchings (1999), warna yang terbentuk adalah *yellow red*. *Lightness* menunjukkan kecerahan sampel yang mempunyai nilai 0-100. (Atthamid *et al.*, 2020). Seluruh formulasi *cookies* termasuk agak cerah. Tidak terdapat pengaruh rasio bahan dan konsentrasi ISP terhadap kecerahan *cookies*.

Densitas Kamba

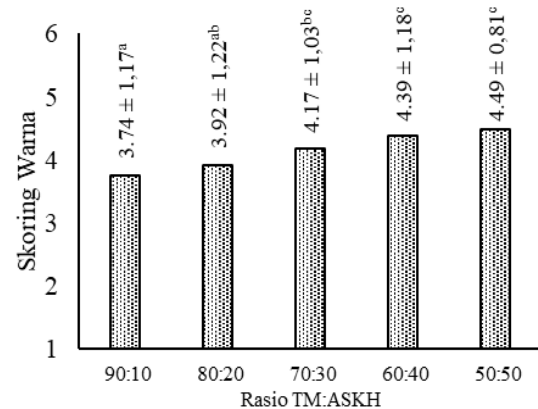
Menurut Handayani *et al.* (2014), nilai densitas kamba yang kecil menunjukkan produk dinyatakan kamba dan akan memberikan rasa kenyang yang lebih cepat dibandingkan dengan produk yang memiliki nilai densitas kamba besar. Tidak terdapat pengaruh rasio bahan dan konsentrasi ISP terhadap densitas Kamba cookies mocaf-ampas kacang hijau. Nilai densitas Kamba cookies mocaf dengan adanya ampas kacang hijau berkisar dari 0,30-0,31 g/mL. Hasil ini lebih kecil dibandingkan yang diperoleh Marisa (2010) pada cookies tepung jagung.

Pengaruh Rasio Tepung Mocaf dan Ampas Sari Kacang Hijau terhadap Karakteristik Organoleptik Cookies

Uji organoleptik yang dilakukan meliputi uji skoring dan uji hedonik pada 30 panelis. Skala yang digunakan pada uji skoring yaitu 1-6, sedangkan skala pada uji hedonik yaitu 1-5 (sangat tidak suka hingga sangat suka).

Warna

Pada uji skoring warna cookies, hanya faktor rasio tepung mocaf dan ampas sari kacang hijau yang memengaruhi skor warna cookies. Gambar 7 menunjukkan semakin banyak proporsi ampas sari kacang hijau yang digunakan maka warna cookies semakin kuning.



Gambar 7. Uji skoring warna cookies dengan variasi rasio tepung mocaf dan ampas sari kacang hijau

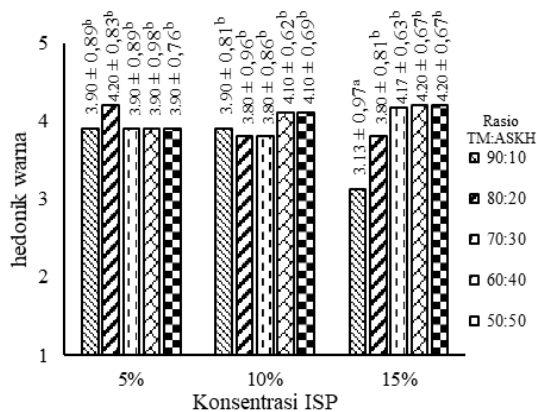
Keterangan: Perbedaan notasi huruf yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$). Skala 1-6 = sangat tidak kuning – sangat kuning

Rasio 50:50 memiliki skor tertinggi namun tidak berbeda signifikan dengan rasio 60:40 dan 70:30, yang berarti warna cookies agak kuning. Ampas sari kacang hijau berpengaruh pada warna cookies karena memiliki warna hijau kekuningan sehingga warna cookies semakin kuning.

Hasil ini linier dengan hasil uji hedonik warna cookies. Terdapat pengaruh interaksi antara rasio tepung mocaf dan ampas sari kacang hijau dengan konsentrasi ISP terhadap kesukaan warna cookies. Semakin banyak proporsi ampas kacang hijau yang digunakan dengan semakin banyak ISP yang digunakan, maka kesukaan panelis terhadap warna cookies juga meningkat. Panelis lebih menyukai cookies dengan warna semakin kuning.

Nilai hedonik tertinggi pada cookies dengan rasio 50:50 dan ISP 15% yang

tidak berbeda dengan rasio 60:40 dengan ISP 15%, yang memiliki nilai $4,20 \pm 0,67$ yang berarti suka (Gambar 8). Rasio 90:10 dengan ISP 15%, tingkat kesukaan panelis terhadap warna *cookies* netral. Berdasarkan penelitian Oktaviana *et al.* (2017), *cookies moca* dengan substitusi tepung pisang kepok yang berwarna kuning semakin tinggi lebih disukai oleh panelis.



Gambar 8. Uji hedonik warna *cookies* dengan perbedaan rasio tepung *moca* dan ampas sari kacang hijau

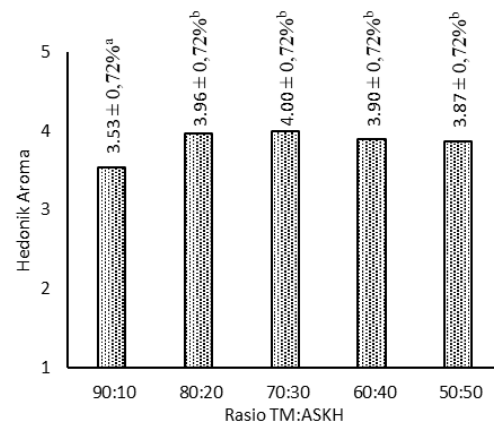
Keterangan: Perbedaan notasi huruf yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$). Skala 1-5 = sangat tidak suka – sangat suka

Aroma

Nilai skoring aroma *cookies* tidak dipengaruhi oleh interaksi maupun masing-masing faktor dalam pembuatan *cookies* ($p > 0,05$), sedangkan nilai hedonik aroma *cookies* hanya dipengaruhi oleh rasio tepung *moca* dan ampas sari kacang hijau ($p \leq 0,05$). Nilai skoring aroma *cookies* memiliki range 3,13-3,90 yang berarti rata-rata *cookies* agak tidak beraroma hingga agak beraroma kacang hijau. Hal

ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Kusumaningrum *et al.*, (2016) yang meneliti brownies berbahan dasar tepung *moca* dengan penggunaan ampas sari kacang hijau sebanyak 50 g tidak menimbulkan aroma kacang hijau yang dominan. Aroma kacang hijau banyak terdapat di dalam sari perasannya sehingga pada ampasnya tidak terlalu dominan lagi.

Pada Gambar 9 menunjukkan rasio tepung *moca* dan ampas sari kacang hijau 90:10 memiliki kesukaan panelis terhadap aroma *cookies* lebih rendah dibandingkan dengan semua perlakuan lainnya. Rasio 70:30 tidak berbeda dengan rasio 50:50, 60:40, dan 80:20 yang menunjukkan suka terhadap aroma *cookies*.



Gambar 9. Uji hedonik aroma *cookies* dengan perbedaan rasio tepung *moca* dan ampas sari kacang hijau

Keterangan: Perbedaan notasi huruf yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$). Skala 1-5 = sangat tidak suka – sangat suka

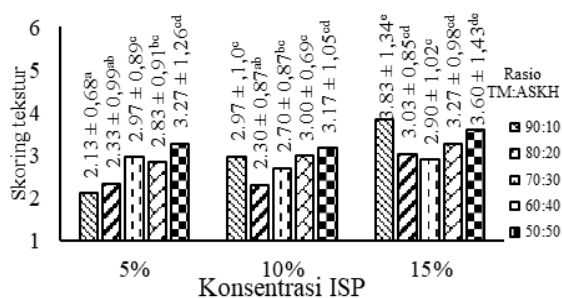
Hasil uji hedonik aroma *cookies* menunjukkan bahwa panelis menyukai aroma *cookies* dengan jumlah ampas

kacang hijau lebih banyak. Hal ini linier dengan nilai skoring, panelis lebih menyukainya dibandingkan aroma cookies dengan dominan tepung mocaf.

Tekstur

Hasil analisis pada parameter tekstur *cookies* menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi antara rasio tepung mocaf dan ampas sari kacang hijau dengan konsentrasi ISP masing-masing terhadap nilai skoring dan hedonik *cookies* ($p \leq 0,05$).

Berdasarkan Gambar 10, rasio 90:10 dengan konsentrasi ISP 5% memiliki nilai tekstur terendah, yaitu 2,13 yang menunjukkan bahwa *cookies* sangat tidak keras, namun semakin tinggi ISP, maka nilai tekstur semakin tinggi, yaitu 3,83 yang menunjukkan *cookies* agak keras.



Gambar 10. Uji skoring tekstur *cookies* dengan variasi rasio tepung *mocaf* dan ampas sari kacang hijau dengan perbedaan konsentrasi isp

Keterangan: Perbedaan notasi huruf yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$). Skala 1-6 = sangat tidak keras - sangat keras

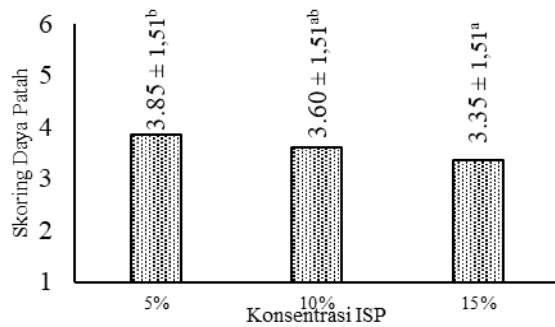
Penggunaan ISP yang semakin tinggi menyebabkan tekstur *cookies* lebih keras. Hal ini didukung oleh pernyataan Pratiwi

et al. (2016), bahwa penggunaan sumber protein yang tinggi menyebabkan tekstur *cookies* yang keras.

Pada hasil uji hedonik, range nilai hedonik tekstur berkisar dari 3 - 4,13 yang menunjukkan netral hingga suka. Nilai kesukaan tekstur yang terendah ada pada rasio 50:50 dengan ISP 15% yang menunjukkan netral. Penggunaan rasio tepung *mocaf* yang semakin rendah maka kesukaan terhadap tekstur semakin turun. *Cookies* yang disukai panelis memiliki tekstur yang mudah ketika dipatahkan (Oktaviana *et al.*, 2017). Sebaliknya penggunaan sumber protein yang banyak dapat menyebabkan tekstur *cookies* yang semakin keras, sehingga kurang disukai oleh panelis (Pratiwi *et al.*, 2016).

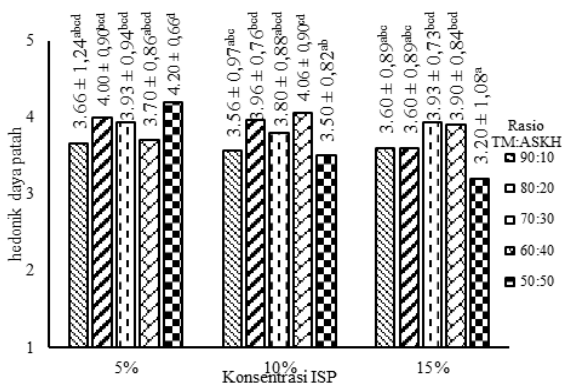
Daya Patah

Konsentrasi ISP yang semakin tinggi menunjukkan nilai daya patah yang menurun. Sesuai dengan penelitian Ratnawati *et al.* (2020), peningkatan penggunaan ISP akan menurunkan nilai daya patah dari produk pangan. Hal ini linier dengan uji skoring tekstur bahwa peningkatan konsentrasi ISP akan menyebabkan *cookies* menjadi keras dan tidak mudah patah. *Cookies* perlakuan menunjukkan agak mudah patah (Gambar 11).



Gambar 11. Uji skoring daya patah cookies dengan perbedaan konsentrasi isp

Keterangan: Perbedaan notasi huruf yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$). Skala 1-6 = sangat tidak mudah patah - sangat mudah patah



Gambar 12. Uji hedonik daya patah cookies dengan perbedaan rasio tepung mocaflour dan ampas sari kacang hijau dengan perbedaan konsentrasi isp

Keterangan: Perbedaan notasi huruf yang menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$). Skala 1-5 = sangat tidak suka – sangat suka

Gambar 12 menunjukkan rasio 50:50 dengan ISP 15% memiliki nilai kesukaan terendah, yaitu netral, sedangkan perlakuan lain panelis menyukai daya patah cookies. Semakin tinggi konsentrasi ISP maka tingkat kesukaan dari daya patah cookies menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Oktaviana *et al.* (2017), bahwa cookies yang disukai panelis adalah cookies yang mudah dipatahkan. Uji hedonik terhadap daya patah cookies kontrol menunjukkan

netral yang hampir sama dengan cookies perlakuan 50:50 dengan ISP 15%.

Rasa

Nilai skoring dan hedonik pada rasa cookies tidak dipengaruhi oleh rasio tepung mocaflour dan ampas saring kacang hijau, konsentrasi ISP maupun interaksi keduanya.

Tabel 1 menunjukkan *range* nilai uji skoring untuk parameter rasa cookies berkisar dari 3,50-4,20 yang menandakan bahwa cookies agak ada rasa kacang hijau.

Tabel 1. Nilai uji skoring rasa cookies dengan rasio tepung mocaflour dengan ampas sari kacang hijau dengan perbedaan konsentrasi isp

ISP	Rasio Tepung Mocaflour dan Ampas Sari Kacang Hijau				
	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50
5%	4,00a	3,80a	3,53a	4,10a	4,20a
10%	3,57a	3,97a	4,17a	3,67a	3,83a
15%	3,87a	4,13a	3,83a	3,67a	3,77a

Keterangan: Tidak ada perbedaan notasi huruf yang menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ($p \geq 0,05$). Skala 1 – 6 = sangat tidak ada rasa kacang hijau - sangat ada rasa kacang hijau

Menurut Kusumaningrum *et al.* (2016), penggunaan ampas sari kacang hijau tetap akan memengaruhi rasa yang dihasilkan sehingga tetap terasa rasa kacang hijau pada cookies.

Hal ini berpengaruh terhadap kesukaan panelis pada rasa cookies. *Range* nilai uji hedonik berkisar dari 3,43 – 4 yang menunjukkan netral hingga suka. Penggunaan ampas kacang hijau dan ISP meningkatkan kesukaan rasa cookies mocaflour karena cookies mocaflour tanpa

substitusi hanya memiliki nilai kesukaan 2,87.

Keseluruhan

Nilai hedonik keseluruhan tidak dipengaruhi oleh rasio mocaf dan ampas kacang hijau serta konsentrasi ISP. *Range* nilai hedonik dari keseluruhan berkisar dari 3,53 – 4,20 yang menunjukkan panelis menyukai *cookies* semua perlakuan. Hasil ini lebih baik dibandingkan nilai hedonik *cookies* mocaf tanpa substitusi yang memiliki nilai 3,37.

Penentuan Perlakuan Terbaik *Cookies*

Perlakuan terbaik untuk *cookies* mocaf dengan substitusi ampas sari kacang hijau ditentukan pada rasio tepung mocaf dan ampas sari kacang hijau 50:50 dengan konsentrasi ISP 15%. Perlakuan ini dipilih karena *cookies* dengan rasio 50:50 dan konsentrasi ISP 15% memiliki kadar protein tertinggi. Selain itu perlakuan ini juga menghasilkan *cookies* dengan nilai tekstur terendah yang artinya tidak terlalu keras yaitu 1418,49 gf namun disukai oleh panelis pada uji organoleptik.

Karakteristik *Cookies* Perlakuan Terpilih

Cookies dengan perlakuan terpilih dianalisis kadar serat pangan dan zat besinya. Tabel 2 menunjukkan karakteristik *cookies* secara keseluruhan. Kadar air, protein, abu dan lemak *cookies* mocaf terbaik telah memenuhi standar

mutu SNI *cookies* berbahan dasar terigu, yaitu kadar air maksimal 5%, kadar protein minimal 6%, kadar abu maksimal 2% dan kadar lemak minimal 18% (BSN, 1992).

Cookies yang dibuat hanya menggunakan tepung mocaf (tanpa substitusi dan tanpa ISP) juga dianalisis dan diperoleh kadar air *cookies* 1,91%, kadar protein 2,08%, tekstur *hardness* 1950,10 gf.

Pengaruh penggunaan bahan baku yang berbeda karakteristiknya sebagai substitusi mocaf pada *cookies* dapat memengaruhi karakteristik produk akhir. *Cookies* pada penelitian ini memiliki kadar protein lebih tinggi daripada *cookies* mocaf. Penggunaan ISP dan ampas kacang hijau dapat memengaruhi kadar protein dan tekstur dari *cookies*.

Tabel 2. Karakteristik *cookies* dengan perlakuan terpilih

Analisis	Nilai <i>Cookies</i> TM:ASKH 50:50 ISP 15%
Kadar Air (%)	3,54 ± 12,92
Kadar Protein (%)	7,43 ± 14,25
Kadar Lemak (%)	24,40 ± 1,54
Kadar Abu (%)	1,76 ± 1,53
Kadar Karbohidrat (%)	65,45 ± 0,61
Kadar Serat Pangan (%)	11,45 ± 0,37
Zat Besi (mg/100g)	1,395 ± 1,51
Hardness (gf)	1418,49 ± 0,35

Cookies mocaf dengan substitusi ampas kacang hijau dapat dikategorikan sebagai produk kaya serat karena mengandung serat pangan lebih dari 6% (BPOM, 2016). Menurut Persagi (2012),

kacang hijau mengandung serat pangan sebesar 7,5%/100 gram. Satu keping *cookies* penelitian ini memiliki berat ± 5 gram sehingga setiap keping *cookies* dengan perlakuan terpilih memiliki kadar serat pangan kurang lebih sebesar 0,57 gram, yang lebih besar dari *cookies* penelitian Muhandri *et al.* (2018), yaitu 0,32 gram yang melakukan penelitian *cookies* dengan menggunakan tepung asia ubi jalar.

Cookies dengan perlakuan terpilih memiliki zat besi sebesar 1,39 mg/100 gram, namun lebih rendah dari penelitian Sari dan Annis (2017), yaitu sebesar 2,5 mg/100 gram yang melakukan penelitian *cookies* dengan substitusi tepung daun kelor dan tepung kecambah kedelai. Satu keping *cookies* memiliki berat ± 5 gram, sehingga kandungan zat besi *cookies* penelitian ini per satu keping sebesar 0,07 mg. Menurut Sari *et al.* (2019), asupan zat besi masyarakat per hari sebesar 10,67 mg/hari atau 0,01067 g/hari. Satu keping *cookies* mocaf dengan substitusi ampas kacang hijau dapat berkontribusi pada asupan zat besi tubuh yang dilengkapi dengan sumber pangan lainnya.

KESIMPULAN

Ampas sari kacang hijau yang dihasilkan memiliki kadar air sebesar 70,10% dan kadar protein sebesar 8,76%.

Perbedaan penggunaan rasio tepung mocaf dan ampas sari kacang hijau serta penggunaan ISP dengan konsentrasi berbeda memengaruhi karakteristik *cookies* mocaf.

Perlakuan terbaik *cookies* mocaf substitusi ampas sari kacang hijau diperoleh pada rasio tepung mocaf dan ampas sari kacang hijau 50:50 dengan konsentrasi ISP 15%. Perlakuan ini dipilih karena menghasilkan *cookies* dengan kadar protein dan tekstur lebih baik dibandingkan *cookies* mocaf tanpa penambahan ampas kacang hijau dan ISP. *Cookies* mocaf dengan ampas kacang hijau juga dapat meningkatkan nilai hedonik rasa *cookies* dan keseluruhan. *Cookies* terbaik memenuhi standar SNI *cookies* dan dapat dikategorikan sebagai produk kaya serat.

SARAN

Tingkat kesukaan *cookies* yang diperoleh pada penelitian masih belum tinggi. Penelitian selanjutnya dapat mencari formulasi dan metode yang tepat agar *cookies* mocaf yang dihasilkan memiliki nilai kesukaan yang lebih tinggi

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada LPPM UPH yang telah mendanai

penelitian ini berdasarkan No Penelitian :
P-01-S/FaST/V/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). (1999). *Official Method of Analysis*. Washington, DC.
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). (2005). *Official Method of Analysis*. Washington, DC.
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). (2011). *Official Method of Analysis*. Washington, DC.
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). (2012). *Official Method of Analysis*. Washington, DC.
- Arsyad, M. (2016). Pengaruh penambahan tepung mocaf terhadap kualitas produk biskuit. *Agropolitas* 3(3), 55-65.
- Astuti, S., Suharyono, A. S., & Aisah, A. (2018). Sifat fisik dan sensori flakes pati garut dan kacang merah dengan penambahan tiwul singkong. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 8(2), 1–12. <https://doi.org/10.25181/jppt.v19i3.1440>
- Atthamid, N.F.U., Muhammad, Y., Sri, I., Mahyati, L., & Akhmad, R. (2020). Kopigmentasi antosianin dan polifenol dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) menggunakan Na-kaseinat. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 5(2), 2760-2771.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM RI). (2016). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan*.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (1992). *Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-2973-1992 Tentang Cookies*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2011). *Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-7622-2011 Tentang Tepung Mocaf*. Badan Standarisasi Nasional.
- Butt, M. S., & Rizwana, B. (2010). Nutritional and functional properties of some promising legumes protein isolates. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(4), 373– 379. <https://doi.org/10.3923/pjn.2010.373.379>
- Departemen Pertanian RI. (2010). *Seputar Telur: Makanan Bergizi*. Departemen Pertanian.
- Gautron, J., Sophie R.G., Yves, N., Mann K., & Righetti, P.G. (2011). *Use of High-Throughput Technology to Identify New Egg Components* (pp. 133–150). Woodhead Publishing Ltd.
- Gusmawan, R. A., Tri, W. A., & Akhmad, S.F. (2020). Efek penambahan bio-calcium powder tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan konsentrasi berbeda terhadap karakteristik cookies berbahan dasar tepung mocaf. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 2(2), 22-30. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2020.9637>
- Handayani, N. A., Santosa, H., & Kusumayanti, H. (2014). Fortifikasi inorganik zink pada tepung ubi jalar ungu sebagai bahan baku bubur bayi instan. *Reaktor*, 15(2), 111-116. <https://doi.org/10.14710/reaktor.15.2.111-116>

- Hutchings, J. B. (1999). *Food Color and Appearance* (2nd ed.). Springer.
- Idora, M., Agustono, P., & Ahmad, A. (2017). Pengaruh kombinasi tepung bekatul dan tepung menir C4 terhadap beberapa komponen mutu cookies. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 3(2), 207–216. <https://doi.org/10.29303/profood.v3i2.50>
- Ilma, P. R. A., Nocianitri, K. A., & Hapsari, N. M. I. (2019). Pengaruh penambahan isolate protein kedelai terhadap karakteristik kamaboko ikan barramundi (*Lates calcalifer*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(3), 313-322. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i03.p10>
- Kaemba, A., Edi, S., & Christine, F. M. (2017). Karakteristik fisiko-kimia dan aktivitas antioksidan beras analog dari sagu baruk (*Arenga microcarpha*) dan ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L. Poiré). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 5(1), 1-8. <https://doi.org/10.35799/cp.10.2.2017.27748>
- Kristanti, D. S. & Ainia H. (2020). Karakteristik fisikokimia dan organoleptik cookies mocaf dengan penambahan tepung tempe. *BIOPROPAL Industri*, 11(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.36974/jbi.v11i1.5354>
- Kusumaningrum, I., Mira, S., & Leni, S. R. (2016). Pemanfaatan ampas sari kacang hijau sebagai serat pada pembuatan brownies berbahan dasar tepung mocaf. *ARGIPA*, 1(1), 51-62.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2016). *Sensory Evaluation Techniques* (5th ed.). CRC Press.
- Mervina, Kusharto, C. M., & Marliyanti, S. A. (2012). Formulasi biskuit dengan substitusi tepung ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dan isolat protein kedelai (Glycine max) sebagai makanan potensial untuk anak balita gizi kurang. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 23(1), 9-16.
- Muchtadi, Tien R., & Ayustaingwarno, F. (2010). *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Alfabeta.
- Nisa, J., Adevia, M. C., Kharisma, A. L., Kiki, R. A., & Tri, A. (2020). Pemanfaatan kacang hijau sebagai sumber zat besi dalam upaya pencegahan anemia prakonsepsi. *Jurnal Surya Masyarakat*, 3(1), 42-47. <https://doi.org/10.26714/jsm.3.1.2020.42-47>
- Nurani, S. (2013). Pemanfaatan tepung kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) sebagai bahan baku cookies (kajian proporsi tepung dan penambahan margarin). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(2), 50-58.
- Oksuz, T., Barcin, K. B., & Fatih, Y. (2016). Sensory and textural evaluation of gluten-free biscuits containing buckwheat flour. *Cogent Food and Agriculture*, 2(1), 1– 7. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1178693>
- Oktaviana, A. S., Wikanastri, H., & Nurhidajah, N. (2017). Kadar protein, daya kembang, dan organoleptik cookies dengan substitusi tepung mocaf dan tepung pisang kepok. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(2), 72–81. <https://doi.org/10.26714/jpg.7.2.2017.72-81>
- Putri, W. A. M., & Fidelia D. A. (2018). Pengaruh substitusi isolat dan konsentrat protein kedelai terhadap sifat kimia dan sensori sosis daging ayam. *Majalah Teknologi Agro Industri*, 10(1), 25-32. <https://dx.doi.org/10.46559/tegi.v10i1.4274>

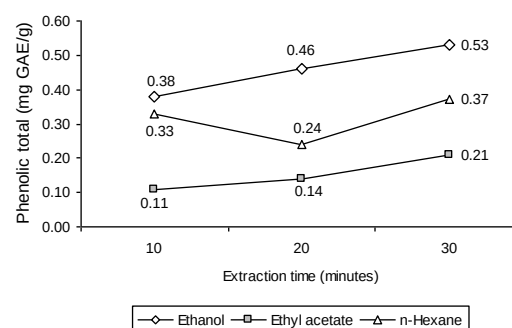
- Pratiwi, D., Prita, D. S., & Reza, F. (2016). *Potensi kukis berbahan ubi jalar ungu (Ipomoea batatas L. Poir), tempe, dan isolat soy protein sebagai snack PMT-AS*. [Bachelor's Thesis]. Universitas Esa Unggul, Jakarta, Indonesia.
- Ratnawati, L., Desnilasari, D., Kumalasari, R., & Surahman D. N. (2020). Characterization of modified cassava flour (mocaf)-based biscuits substituted with soybean flour at varying concentrations and particle sizes. *Food Research*, 4(3), 645-651. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(3\).282](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(3).282)
- Salim, E. (2011). *Mengolah ubi kayu (Manihot utilisima) menjadi tepung mocaf bisnis produk alternatif pangan pengganti terigu*. Lily Publisher.
- Saputra, H. P., Basito, B., & Nurhartadi, E. (2014). Pengaruh penggunaan tepung koro benguk (*Mucuna pruriens*) dan tepung mocaf (modified cassava flour) sebagai substitusi tepung terigu terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensori cookies. *Jurnal Teknosains Pangan*, 3(1), 115-123.
- Schutyser, M. A. I., Qiu, J., Almeida-Rivera, C., Khalloufi, S., Van Dalen, G., & Benali, M. (2015). Porosity predictions of processed food materials using experimental data of bulk density and volume shrinkage. *Proceedings Eurodrying Conference*.
- Subagyo. (2006). *Ubi Kayu Substitusi Berbagai Tepung-Tepungan*. Food Review.
- Subandoro, R. H., Basito, B., & Windi, A. (2013). Pemanfaatan tepung millet kuning dan tepung ubi jalar kuning sebagai substitusi tepung terigu dalam pembuatan cookies terhadap karakteristik organoleptik dan fiisikokimia. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(4), 68–74.
- Sunarti. (2017). *Serat Pangan dalam Penanganan Sindrom Metabolik*. Gadjah Mada University Press.
- Suryanto. (2011). *Penggunaan protein kedelai pada industri olahan daging*. Retrieved April 10, 2023 from <https://www.foodreview.co.id/blog-56553-Penggunaan-Protein-Kedelai-pada-Industri-Olahan-Daging.html>
- Tanjung, Y. L. R., & Joni, K. (2015). Biskuit bebas gluten dan bebas kasein bagi penderita autisme. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(1), 11-22.

PEDOMAN PENULISAN NASKAH

FaST- Jurnal Sains dan Teknologi

Jurnal Sains dan Teknologi merupakan salah satu wadah publikasi ilmiah untuk berbagai bidang ilmu dan teknologi. Pedoman penulisan ini dibuat untuk keseragaman format penulisan dan kemudahan penulis dalam proses penerbitan naskah di jurnal ini.

1. Naskah / artikel yang dimuat adalah artikel asli dari hasil penelitian, ulasan ilmiah (Review), atau komunikasi singkat yang belum pernah diterbitkan dalam media masa lainnya. Apabila pernah dipresentasikan dalam seminar / lokakarya agar diberi keterangan yang lengkap.
2. Naskah dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia, diketik menggunakan program MS-word dengan format .docx dan dikirimkan dalam bentuk *soft copy* (CD atau DVD atau flashdisc) kepada Redaksi Jurnal Sains dan Teknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UPH, Lippo Karawaci Tangerang 15811, atau dalam bentuk *soft copy* dikirim lewat email ke redaksi selambat-lambatnya 1 bulan sebelum waktu penerbitan.
3. Ketentuan standar pengetikan naskah:
 - a. Ukuran kertas: A4 (21x 29,7 cm) dan *margin: top 2,5 cm, bottom 2,5 cm, left 2.5 cm, right 2,5 cm*, dan jarak antar kolom 1,0 cm.
 - b. Jenis huruf Times New Roman 12, dengan jarak ketik 1.5 spasi, kecuali untuk Abstract dan Daftar Pustaka dibuat 1 spasi, namun jarak antar pustaka dalam Daftar Pustaka 1.5 spasi.
 - c. Jumlah halaman maksimal 20 halaman
 - d. Gambar diberi nomor serta judul pada posisi bawah gambar. Keterangan gambar (*legend*) ditaruh di bagian bawah gambar (lihat contoh).



- e. Tabel diberi nomor dan judul pada posisi atas tabel, dengan bentuk Tabel lajur, hanya judul tabel dan penutup yang diberi garis seperti contoh berikut.

Tabel 1. Judul

N	.....	.....	.....
0	...	...	...
1	.....	.....	.....
	...	...	...
2	.....	.....	.....
	...	...	...
4	.....	.....	.....
	...	...	...

Keterangan :

- f. Penggunaan istilah asing yang belum lazim digunakan dalam bahasa Indonesia dicetak miring (*Italic*)
 - g. Judul tulisan dan judul bab ditulis huruf besar dan diletakkan pada bagian tengah dari lebar naskah. Judul sub-bab diletakkan pada pinggir kiri naskah.
4. Organisasi /Sistematika penulisan:
 - a. Untuk naskah laporan hasil penelitian, cara penyusunan naskahnya sebagai berikut: **Judul**

- (Huruf cetak, bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris), **Nama penulis** (diberi nomor *superscript*) dan lembaga dan alamat (berdasar nomor *superscript*), **Korespondensi** (alamat email), **Abstrak** dan **Kata kunci**, **Abstract** dan **Key word** (bahasa Inggris), **Pendahuluan**, **Bahan dan Metode**, **Hasil dan Pembahasan**, **Kesimpulan**, **Saran (bila ada)**, **Daftar Pustaka**, dan **Ucapan Terima Kasih** (bila ada). Tabel dan grafik hendaknya dimasukkan dalam naskah dan diberi nomor.
- Untuk naskah karya ilmiah lainnya organisasi penulisannya diserahkan pada penulis tetapi tetap diberi abstrak dalam bahasa Indonesia dan Inggris.
 - Judul Naskah, penulis, dan Abstrak dibuat satu kolom, sedangkan isi naskah dibuat dua kolom. Gambar dan Tabel dapat dibuat satu atau dua kolom tergantung pada besar kecilnya.
5. Kepustakaan
- Pustaka yang disitasi dalam naskah berdasarkan pada pengarang atau penulisnya. Pustaka minimal 60% berasal dari jurnal. Semua pustaka yang disitasi dalam naskah harus terdaftar pada akhir naskah dan disusun secara alfabetik menggunakan sistem *Harvard* sbb:
- Daftar pustaka disusun secara urutan alfabetik (A-Z) berdasarkan nama penulis, diikuti tahun penerbitan, judul, dan sumber publikasinya. Jika terdapat 2 atau lebih artikel dengan penulis yang sama pada tahun yang sama, maka tambahkan huruf a,b,c,dst. setelah tahun.
 - Nama penulis didahului nama famili/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil / nama pertama, baik untuk penulis pertama, kedua, dan seterusnya.
- Judul karangan untuk buku ditulis dengan huruf besar pada setiap awal kata yang bukan kata sambung, sedangkan untuk jurnal hanya pada awal kalimat.
 - Sumber publikasi untuk buku ditulis Penerbit, untuk Jurnal ditulis Volume (nomor), halaman, untuk bab dalam buku ditulis In nama editor (Eds), Judul buku, (pp. halaman). penerbit, untuk Prosiding ditulis In Nama editor (Eds), Nama prosiding, (pp. halaman). Penyelenggara Seminar, untuk Laporan ditulis Lembaga pembuat laporan, untuk Thesis ditulis [Undergraduate / Doctoral/... Thesis, Universitas, Kota], untuk internet ditulis Retrieved Bulan tanggal, tahun, alamat web.
 - Sitasi dalam teks: Satu penulis ditulis Nama famili, tahun; Dua penulis ditulis Nama famili & Nama famili, tahun; lebih dari dua penulis ditulis Nama famili penulis pertama *et al.*, tahun. Jika lebih dari satu Pustaka memiliki nama famili yang sama namun berbeda nama depan, maka sitasi dalam teks juga mencantumkan inisial dari nama depan penulis tersebut.
6. Redaksi berhak melakukan editing tanpa merubah isi dan makna tulisan. Apabila pada waktu editing terdapat ketidak jelasan isi dan makna pada tulisan, maka tulisan akan dikembalikan kepada penulis untuk diperbaiki. Hasil perbaikan harap segera dikirim kepada redaksi sesuai waktu yang telah ditetapkan.

JUDUL PENELITIAN(dalam Bahasa Indonesia) (TNR 12)

[JUDUL PENELITIAN] (dalam Bahasa Inggris) (1 spasi)

Penulis^{1*}, Penulis², Penulis³

^{1,2}Departemen terkait, Nama Institusi, alamat; ³----- dst

*Korespondensi penulis: alamat email (1 spasi)

ABSTRACT

(dalam Bahasa Inggris)

Article are written in A4 size (21x 29.7 cm) and margins: top 2.5 cm, bottom 2.5 cm, left 2.5 cm, right 2.5 cm, and distance between columns 1.0 cm. Abstracts are written in English using Times New Roman 12 Point Spaces 1. Abstract contains the essence of the article, consisting of introduction, goals, methods, results and discussion, and conclusions. Abstract references are not permitted. Abstracts are written in one paragraph and must not exceed 300 words. The final part of the abstract is included 3-5 keywords and sort alphabetically each word / phrase. (spase 1, max 300 words)

Keywords :;;; (max 5 words, sort alphabetically , italic)

ABSTRAK

(dalam Bahasa Indonesia)

Penulisan artikel ditulis de ngan ukuran A4 (21x 29,7 cm) dan margin : top 2,5 cm, bottom 2,5 cm, left 2.5 cm, right 2,5 cm, dan jarak antar kolom 1,0 cm. Abstrak ditulis dengan bahasa Indonesia, menggunakan Times New Roman 12 Point Spasi 1. Abstrak memuat intisari artikel, berisi pengantar, tujuan, metode, hasil dan pembahasan, dan kesimpulan. Abstrak tidak diperkenankan terdapat rujukan pustaka. Abstrak ditulis dalam bentuk satu paragraf dan tidak boleh melebihi 300 kata. Bagian akhir abstrak dicantumkan 3–5 kata kunci dan urutkan sesuai abjad tiap kata/frasa. (spasi 1, maksimal 300 kata)

Kata kunci :;;; (maksimal 5 kata, urutkan berdasar abjad)

PENDAHULUAN

(Spasi 1.5) Pendahuluan/pengantar berisi uraian tentang latar belakang penelitian Anda dan mengapa penelitian itu dilakukan. Uraian ini didukung dengan kajian pustaka yang berupa data-data dari sumber lain, penelitian sejenis, atau penelitian sebelumnya. Selain itu, dimasukan juga tujuan dari penelitian yang dilakukan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

(Spasi 1.5) Bagian ini berisi penjelasan bahan dan alat (instrumen) yang digunakan. Bahan yang digunakan jelaskan spesifikasinya. Alat-alat yang sudah umum digunakan tidak perlu diperinci, namun yang harus dicantumkan adalah alat uji, yaitu disebutkan spesifikasinya seperti merk, tipe dan lain-lain.

Metode Penelitian

Metode harus dijelaskan selengkap mungkin agar peneliti lain dapat melakukan verifikasi. Metode analisis parameter yang bersifat spesifik harus dicantumkan, kecuali yang bersifat umum cukup diberikan acuannya (referensi). Cara analisis data (bila ada) perlu dicantumkan. (Spasi 1,5)

Percobaan 1

Percobaan 2

----- dst

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan 1

Hasil berisi paparan temuan penelitian. Data yang disajikan adalah data yang sudah diolah dan siap dibaca untuk menjawab tujuan penelitian (bukan data mentah). Selain itu, untuk memperjelas hasil dapat diberikan ilustrasi berupa gambar dan tabel. Hasil yang telah dijelaskan dengan tabel atau ilustrasi tidak perlu dipaparkan dalam uraian teks secara terperinci. Paparan hasil ditulis dalam bentuk paragraf, tidak dalam bentuk pembagian per subbab/poin.

Hasil dan Pembahasan 2

Persamaan matematis dikemukakan dengan jelas dan diketik menggunakan program untuk formula, misalnya Equation atau Math Type. Angka desimal, ditandai dengan koma (,) untuk bahasa Indonesia dan titik (.) untuk bahasa Inggris. Tabel dan gambar harus dicantumkan, kemudian secara berurutan diberi nomor dan diacu berurutan dalam naskah, judul ditulis dengan singkat dan jelas.

Tabel dibuat dalam bentuk tabel terbuka (yaitu hanya terdapat garis horizontal di kepala tabel dan bagian akhir tabel. Ilustrasi berupa gambar meliputi foto, grafik, peta, dan bagan. Foto harus memiliki resolusi yang tinggi sehingga citra yang dihasilkan tajam dan jelas. Resolusi minimal 300 dpi atau lebih. Gambar sebaiknya ditampilkan dengan *grayscale*, kecuali bila kondisi tidak memungkinkan, maka boleh berwarna.

Nama ilmiah ditulis sesuai kaidah penulisan ilmiah menurut ICZN untuk tata nama hewan, ICBN untuk tata nama tumbuhan, tata nama virus dan bakteri juga harus sesuai dengan aturan yang ada. Satuan pengukuran secara kuantitatif menggunakan Satuan Internasional.

Hasil dan Pembahasan 3

----- dst

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ditulis secara ringkas dan jelas, dalam bentuk paragraf, bukan poin. Kesimpulan harus sesuai dengan tujuan penelitian.

SARAN

----- (Opsional)

UCAPAN TERIMA KASIH

----- (Opsional)

DAFTAR PUSTAKA

(Pustaka spasi 1,0; jumlah pustaka minimal 10 buah)

Jurnal

Singh, R., Shushni, M. A. M., & Belkheir, A. (2015). Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. *Arabian Journal of Chemistry*, 8(3), 322-328. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.01.019>

Buku / Monograph

Dalimartha, S. (2005). *Ramuan tradisional untuk pengobatan diabetes mellitus*. Penerbit Penebar Swadaya.

Ranganna, S. (1986). *Analysis and quality control for fruit and vegetable products* (2nd ed.). Tata McGraw-Hill Pub. Co.Ltd.

Bab dalam Buku

Hart, R. J. (1998). Food science and the transport of food. In Heap, R., Kierstan, M., & Ford, G. (Eds). *Food transportation* (pp. 1-21). Thomson Science.

Prosiding

Nurbaeti, S. N., Sari, R., & Pratiwi, L. (2013). Comparison of antibacterial effectivity from Kesum (*Polygonum minus* Huds) methanol extract against methanol fraction. In Sagiman, S., Catur, S., & Zakiatulyaqin (Eds). *Proceeding 6th International Seminar of Indonesian Society for Microbiology* (pp. 30-36). Indonesian Society for Microbiology.

Internet

Food and Drug Administration (FAO). (2000). *Bad bug book – Aflatoxins*. Retrieved March 20, 2020 from <https://www.fda.gov/files/food/publication/Bad-Bug-Book-2nd-Edition-%28PDF%29.pdf>

Laporan

Dianitami, R. (2009). *Efek rumput laut Euchema sp. terhadap kadar glukosa darah dan jumlah trombosit tikus Wistar yang diinduksi aloksan*. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. http://eprints.undip.ac.id/7761/1/ratna_dianitami.pdf

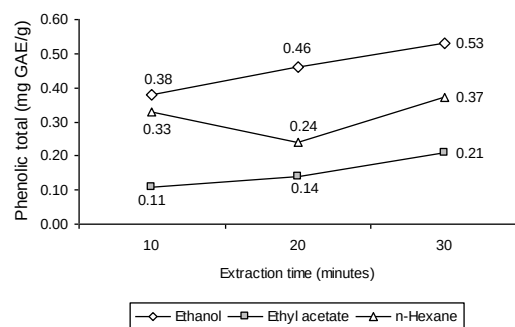
Skripsi/Thesis/Disertasi

Basyuni, M. (2008). *Studies on terpenoid biosynthesis of mangrove tree species* [Doctoral Dissertation]. Kagoshima University, Kagoshima, Japan.

Gambar dan Tabel :

- Gambar dan Tabel masuk dalam teks dan dibuat sbb:
- Jumlah Gambar dan Tabel maksimal 10.

Grafik



Gambar 1.

Keterangan:.....

Tabel

Tabel 1.

No	.....	.....	.....
1	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....

Keterangan:.....