

KARAKTERISTIK ROTI TAWAR SUBSTITUSI TEPUNG BEKATUL DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)

Intan Pawiwara¹, Desy Triastuti², Ridwan Baharta^{3*}

¹²³Jurusan Agroindustri, Politeknik Negeri Subang
Jl. Brigjen Katamso No. 37 (Belakang RSUD), Dangdeur, Subang, Jawa Barat 41211
Email: rbaharta@gmail.com

ABSTRAK

Roti tawar substitusi tepung bekatul merupakan modifikasi roti tawar sebagai sumber karbohidrat dan serat. Penambahan tepung daun kelor yang kaya akan protein dapat meningkatkan kandungan gizi dalam roti tawar. Proyek Akhir ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisikokimia, organoleptik dan menentukan formulasi terbaik dengan penambahan tepung daun kelor. Rancangan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap 1 faktor penambahan tepung daun kelor, 4 perlakuan (P0 0%, P1 1%, P2 2% dan P3 3%), 3 kali ulangan. Parameter pengamatannya yaitu daya kembang, kadar air, kadar serat, kadar protein dan uji organoleptik (warna, rasa, aroma dan tekstur). Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Duncan* pada taraf signifikan 5% sedangkan data kadar protein dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian penambahan tepung daun kelor memberikan pengaruh nyata terhadap kadar serat, kadar protein dan organoleptik (rasa dan aroma), namun, tidak memberikan pengaruh nyata terhadap daya kembang, kadar air dan organoleptik (warna dan tekstur). Perlakuan terbaik secara fisikokimia dalam pembuatan roti tawar yaitu perlakuan P3 (3%) dengan menghasilkan daya kembang 43,87 cm, kadar air 37,39%, kadar serat kasar 13,49% dan kadar protein 8,10% dan perlakuan terbaik secara organoleptik yaitu perlakuan P1 (1%) pada tingkat kesukaan panelis terhadap warna, rasa, aroma dan tekstur yang cukup disukai panelis.

Kata Kunci: Daun Kelor, Roti Tawar Substitusi Tepung Bekatul

ABSTRACT

Abstract. Bread substituted with bran flour is a modification of white bread as a source of carbohydrates and fiber. The addition of Moringa leaf flour which is rich in protein can increase the nutritional content of white bread. This final project aims to determine the physicochemical, organoleptic characteristics and determine the best formulation with the addition of Moringa leaf flour. The design that used was completely randomized design with 1 additional factor of Moringa leaf flour, 4 treatments (P0 0%, P1 1%, P2 2% and P3 3%), 3 replicates. Parameters observed were swellability, moisture content, fiber content, protein content and organoleptic tests (color, taste, aroma and texture). The data were analyzed using ANOVA and continued with Duncan's test at a significant level of 5% while the protein content data were analyzed descriptively. The results of the study that the addition of Moringa leaf flour had a significant effect on fiber content, protein content and organoleptic (taste and aroma), however, it did not have a significant effect on swellability, moisture content and organoleptic (color and texture). The best physicochemical treatment in the manufacture of white bread was P3 treatment (3%) which produced 43.87 cm of swelling power, 37.39% water content, 13.49% crude fiber content and 8.10% protein content and the best treatment was organoleptic, namely the P1 (1%) treatment on the panelists' preference for color, taste, aroma and texture which were quite liked by the panelists.

Keywords: Moringa Leaves, Bread Substitute for Rice Flour

*Penulis Korespondensi

Diterima : 27 Februari 2023. Disetujui : 31 Maret 2023. Dipublikasikan : 31 Maret 2023

I. PENDAHULUAN

Roti tawar adalah salah satu makanan yang diolah melalui proses fermentasi oleh khamir *Saccharomyces cereviceae* (Chabibah, 2013). Di Indonesia, roti tawar merupakan salah satu makanan terpopuler kedua karena selain praktis roti tawar juga makanan berkarbohidrat tinggi dan dinilai sebagai sumber energi (Damayanthi & Listyorini, 2007). Menurut BPS tahun 2021, bahan baku produk roti tawar yaitu tepung terigu yang masih diimpor dari negara penghasil gandum hingga 31,3 ribu ton/tahun. Permintaan tepung terigu dalam pengolahan makanan terus meningkat, sehingga dilakukan upaya untuk menguranginya dengan mensubstitusi bahan pangan lokal dengan kandungan gizi yang tinggi seperti daun kelor dan bekatul. Bekatul (*rice bran*) merupakan hasil samping penggilingan padi sekitar 4,52 juta ton/tahun atau 8% dari berat padi (Kusnandar *et al.*, 2020). Seiring dengan kemajuan IPTEK bekatul atau yang sering dianggap sebagai limbah pertanian ini memiliki banyak kandungan nutrisi seperti serat kasar 11,4 g, protein 16,61 g, lemak 17,87 g dan kandungan nutrisi lainnya (Stefani & Mawarti 2020). Bekatul juga memiliki komponen bioaktif seperti *oryzanol*, asam ferulat, asam kafeat dll (Damayanthi & Listyorini, 2007). Beberapa peneliti telah menggunakan bekatul dalam produk pangan salah satunya yaitu roti tawar. Produk roti tawar substitusi tepung bekatul sebanyak 10% telah menciptakan rasa, tekstur dan aroma yang cukup disukai oleh panelis (Chabibah, 2013), akan tetapi belum memenuhi kebutuhan nutrisi manusia seperti protein. Oleh karena itu, untuk memperkaya kandungan nutrisi roti tawar substitusi tepung bekatul, ditambahkan tepung daun kelor dengan kandungan protein tinggi tanpa menghilangkan kesukaan panelis (Cengceng *et al.*, 2020). Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan jenis tanaman yang tumbuh di daerah tropis dengan dinobatkan sebagai tanaman ajaib karena memiliki kandungan yang sangat tinggi seperti tujuh kali vitamin C dalam jeruk, empat kali kalsium dalam susu, tiga kali kalium dalam pisang, empat kali vitamin A dalam wortel dan dua kali protein dalam susu (Cengceng *et al.*, 2020). Hal ini mendorong

WHO untuk mempromosikan daun kelor sebagai alternatif meningkatkan kebutuhan nutrisi (Gunawan *et al.*, 2020). Berdasarkan uraian diatas telah dilaksanakan penelitian yang berjudul Karakteristik Roti Tawar Substitusi Tepung Bekatul dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa Oleifera*), dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik fisikokimia daya kembang, kadar air, kadar serat, kadar protein dan mengetahui hasil uji organoleptik meliputi warna, rasa, aroma dan tekstur serta menentukan formulasi terbaik.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2022, berlokasi di laboratorium kimia, laboratorium Pengujian Mutu Agroindustri (PMA), laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian (TPHP) dan laboratorium simulasi kampus 2 Politeknik Negeri Subang, Cibogo.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam Proyek Akhir ini yaitu *mixer*, talenan, oven, piring, sendok, baskom, mangkuk, timbangan analitik, timbangan digital, gelas ukur, *beaker glass*, pipet volume, pisau, batang pengaduk, batu didih, labu kjeldahl, gelas piala, kertas saring, pipet ukur, buret, loyang dan alat ekstraksi soxlet. Bahan yang digunakan yaitu etanol 95%, tepung terigu (Cakra Kembar), telur, mentega, ragi roti, garam, gula, air, susu bubuk, tepung daun kelor dan tepung bekatul. Daun kelor (Safiya) dan tepung bekatul diperoleh (Gasol). Bahan yang digunakan untuk pengujian produk roti tawar diantaranya H_2SO_4 , $CuSO_4$, K_2SO_4 , aquadest, NaOH, metil merah dan HCl.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam 1 faktor yaitu penambahan tepung daun kelor, 4 perlakuan yaitu $P_0 = 0\%$, $P_1 = 1\%$, $P_2 = 2\%$ dan $P_3 = 3\%$, dilakukan 3 kali ulangan. Proses pelaksanaan pembuatan meliputi persiapan alat dan bahan, kemudian penimbangan

semua bahan. pencampuran tepung terigu, tepung bekatul dengan penambahan berbagai konsentrasi tepung daun kelor yang berbeda, lalu tambahkan ragi roti dan gula pasir, air yang sudah tercampur (ragi aktif), susu bubuk dan telur ke dalam baskom menggunakan *mixer* selama 1 menit, kemudian tambahkan garam dan mentega kemudian dicampur lagi menggunakan *mixer* selama 5 menit, tuangkan air sedikit demi sedikit, aduk menggunakan *mixer* berkecepatan sedang selama 30 menit sampai adonan kalis. Pengulenan dan pembulatan adonan, kemudian fermentasi selama 40 menit. Masukkan kedalam loyang roti yang telah diolesi margarin, kemudian tutup loyang setengah selama 30 menit, hingga mengembang. Pemanasan oven dengan suhu 200°C selama 5 menit. Kemudian dilakukan proses pemanggangan selama 15 menit, setelah roti tawar matang, angkat kemudian pindahkan ke nampan dan biarkan sampai dingin. Roti tawar yang sudah dingin dapat dipotong menggunakan pisau roti, selanjutnya roti tawar siap makan.

2.4 Parameter Pengujian

Daya Kembang

Daya kembang merupakan perbandingan kenaikan volume roti tawar dengan volume adonan awal (Fransiska 2021). Pengukuran volume adonan diukur menggunakan penggaris dicatat sebagai V_1 dan volume roti tawar setelah di oven dicatat sebagai V_2 (Fransiska 2021). Satuan hasil pengukuran volume dinyatakan dalam cm. Berikut perhitungan daya kembang roti tawar:

$$\% \text{ derajat pengembangan} = \frac{V_2 - V_1}{V_2} \times 100\%$$

Kadar air

Sesuai dengan SNI 8372-2018 syarat mutu roti tawar, analisis kadar air dilakukan dengan cara penguapan menggunakan oven. Tahap pertama dilakukan pengeringan cawan kosong pada suhu 95-100°C selama 2 jam. Kemudian masukan dalam desikator selama 30 menit, timbang lalu catat. Sampel dimasukan kedalam cawan sebanyak 2 g kemudian oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Setelah selesai dimasukan kembali dalam desikator selama 15 menit, timbang dan catat. Hal tersebut dilakukan hingga berat kadar air konstan sebesar

0,0002g. Berikut perhitungan kadar air :

$$\% \text{ kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan : A = berat botol timbangan kosong (g)

B = berat cawan + sampel awal (g)

C = berat cawan + sampel kering (g)

Kadar Serat Kasar

Menurut Pusuma *et al.*, (2018) Pengujian kadar serat dilakukan dengan menimbang sampel sebanyak 2 g yang telah diketahui bobotnya, kemudian bebaskan lemak dengan cara mencampurkan sampel dengan pelarut organik, lalu sampel dikeringkan dan masukan kedalam erlenmeyer 500 ml. Tambahkan 50 ml H_2SO_4 1,25% lalu dididihkan menggunakan pendingin tegak selama 30 menit. Selanjutnya tambahkan 50ml NaOH 1, 25 % selama 30 menit. Saring larutan menggunakan corong yang dibantu menggunakan kertas saring yang sebelumnya telah diketahui bobotnya, selama penyaringan endapan dicuci berturut-turut dengan aquades panas secukupnya, H_2SO_4 1,25% dan etanol 95%. Masukkan kertas saring berisi residu kedalam cawan petri dan dilakukan pengeringan dalam oven selama 1 jam dengan 105°C, lalu dinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan timbang. Berikut perhitungan kadar serat kasar:

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{b-a}{x} \times 100\%$$

Keterangan :

b= bobot kertas saring + sampel setelah dioven

a= bobot kertas saring

x= bobot sampel

Kadar Protein

Menurut Sudarmadji *et al.*, (1996) Penentuan kadar protein dilakukan menggunakan Metode Kjeldahl, terdiri dari 3 tahap yaitu tahap destruksi, tahap destilasi dan tahap titrasi. Diawali dengan

menghaluskan sampel lalu ditimbang sebanyak 1 g, masukan sampel kedalam labu kjeldahl 100 ml, kemudian masukan 10 g K_2SO_4 , 0,4 g $CuSO_4$ dan 12 ml H_2SO_4 . Tahap destuksi dimulai dengan memanaskan labu kjeldahl menggunakan api sedang, destruksi dapat diberhentikan pada saat larutan berwarna jernih kehijauan. Selanjutnya tahap destilasi dengan memasukan larutan yang dihasilkan dari tahap destruksi kemudian didinginkan, setelah dingin larutan ditambahkan 100 ml aquades dan 10 ml NaOH 30% melalui dinding labu destilasi hingga terbentuk lapisan dibawah larutan asam, labu destilasi dipasang dan dihubungkan dengan kondensor, lalu ujung kondensor dibenamkan dalam cairan penampung. Uap dari cairan yang mendidih akan mengalir melalui kondensor menuju erlenmeyer penampung. Erlenmeyer penampung diisi 10 ml larutan asam klorida 0,1 N dan di tetesi 5 tetes indikator metil merah. Kemudian tahap titrasi yaitu hasil dari tahap destilasi yang ditampung dalam erlenmeyer berisi asam klorida 0,1 N dan telah ditetesi metil merah sebanyak 5 tetes langsung dilakukan titrasi menggunakan NaOH 0,1 N. Titik akhir titrasi ditandai dengan warna merah muda semburat. Berikut perhitungan kadar protein:

$$\frac{(V_{HCl} \times N_{HCl}) - (V_{NaOH} \times N_{NaOH})}{sample} \times 0,014 \times 6,25 \times 100\%$$

Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan dengan uji hedonik. Uji hedonik dilakukan menggunakan panelis agak terlatih sebanyak 15 orang terdiri dari mahasiswa tingkat 2 dan 3 Agroindustri Politeknik Negeri Subang. Parameter yang digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik sensori meliputi warna, rasa, aroma dan tekstur dengan memberikan penilaian sangat tidak suka (1), tidak suka (2), cukup suka (3), suka (4) dan sangat suka (5).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Daya Kembang

Tabel 1. Daya Kembang Roti Tawar

Perlakuan	Daya Kembang
P0 (0%)	46,94 ± 0,39 ^a
P1 (1%)	45,07 ± 1,99 ^a
P2 (2%)	44,34 ± 3,27 ^a
P3 (3%)	43,87 ± 2,15 ^a

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata ($P > 0,05$)

Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak penambahan tepung daun kelor maka daya kembang roti tawar akan mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan tepung daun kelor tidak memiliki kandungan gluten namun memiliki kandungan serat yang tinggi, karena tanpa adanya kandungan gluten dalam pembuatan roti tawar, maka kerangka adonan tidak dapat terbentuk dengan sempurna sehingga roti tawar memiliki daya kembang yang rendah. Ketika serat dalam adonan roti tawar mengikat CO_2 , serat akan menyimpannya dalam partikel serat sehingga CO_2 terperangkap (Shabrina, 2017). Gas CO_2 yang seharusnya berikatan dengan gluten justru sebagiannya berikatan dengan serat, sehingga elastisitas dari adonan akan berkurang dan proses pembentukan serta penahanan gas CO_2 akan terhambat. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Helingo *et al.*, (2021) yang menyatakan gluten merupakan salah satu faktor utama dalam pembuatan roti tawar karena dapat membentuk kerangka adonan roti. Gluten memiliki sifat elastis dan memiliki kemampuan untuk mengikat gas sehingga struktur adonan dapat membentuk, mengembang dan memberikan tekstur yang tidak kaku (Chabibah, 2013).

3.2 Kadar Air

Tabel 2. Kadar Air Roti Tawar

Perlakuan	Kadar air %	SNI 8372;2018
-----------	-------------	---------------

P0 (0%)	35,34 ± 1,88 ^a	
P1 (1%)	34,64 ± 3,39 ^a	Maks 40%
P2 (2%)	36,59 ± 1,27 ^a	
P3 (3%)	37,39 ± 2,27 ^a	

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata ($P>0,05$)

Hasil penelitian menunjukkan kadar air paling tinggi yaitu pada perlakuan P3 (3%) sebesar 37,39% sedangkan paling rendah yaitu pada perlakuan P0 (0%) sebesar 35,34%. Hal tersebut terjadi karena tepung daun kelor memiliki kandungan kadar air yang cukup tinggi sebesar 10,96%, sehingga kadar air yang dihasilkan pada produk roti tawar akan semakin tinggi (Kantja *et al.*, 2022). Menurut syarat mutu Standar Nasional Indonesia (SNI) 8372:2018, kadar air maksimal roti tawar 40%, dengan demikian kadar air roti tawar substitusi tepung bekatul dengan penambahan tepung daun kelor telah memenuhi standar SNI. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Sutrisno *et al.*, (2018) bahwa pada saat proses pemanggangan terjadi adanya perpindahan panas dari permukaan ke bahan yang dipanggang sehingga airdari adonan roti tawar teruapkan ke udara. Selain itu disebabkan oleh tepung daun kelor dengan memiliki kandungan serat yang cukup tinggi. Menurut Damayanti *et al.*, (2020) air akan terikat secara kimiawi oleh serat-serat yang terletak pada gugus hidrofilik, sehingga mengurangi jumlah air bebas yang dapat menguap dan menurunkan kadar air.

3.3 Kadar Serat Kasar

Tabel 3. Kadar Serat Kasar Roti Tawar

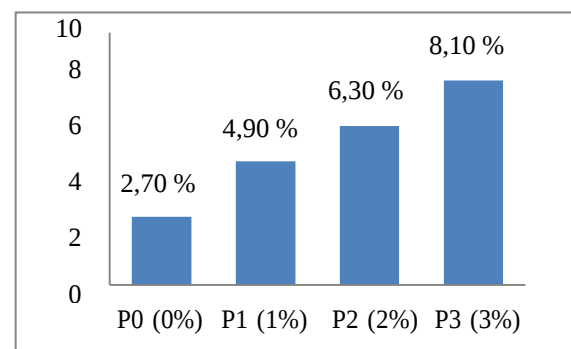
Perlakuan	Kadar serat
P0 (0%)	10,32 ± 0,20 ^a
P1 (1%)	10,61 ± 0,30 ^a
P2 (2%)	11,54 ± 0,31 ^b

P3 (3%)	13,49 ± 0,39 ^c
---------	---------------------------

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P<0,05$)

Hasil uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range's Test* (DMRT) semakin banyak penambahan tepung daun kelor maka kadar serat kasar roti tawar akan semakin bertambah. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Kantja *et al.*, (2022) bahwa kandungan serat kasar dalam tepung daun kelor cukup tinggi yaitu sebesar 11,44% sehingga berdampak pada kandungan kadar serat kasar roti tawar yang dihasilkan. Serat kasar merupakan sisa bahan makanan terdiri dari lignin dan selulosa setelah diolah dengan asam dan basa mendidih (Preilly, 2016). Meskipun serat kasar tidak memiliki nilai gizi bagi manusia, karena manusia tidak memiliki enzim selulosa untuk mencernanya. Namun, serat kasar memiliki peran mencegah susah buang air besar (sembelit), mengencerkan zat-zat beracun di usus besar dan menyerap zat karsinogen pada proses pencernaan, lalu dikeluarkan dari usus besar melalui feses (Nur'aini, 2011).

3.4 Protein



Gambar 1. Kadar Protein

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi tepung daun kelor yang ditambahkan, maka kadar protein yang dihasilkan semakin tinggi. Sesuai dengan penelitian Irwan (2021) kandungan protein tepung daun kelor memiliki kandungan protein yang tinggi sebesar 27,1% sehingga pada penelitian ini pada perlakuan P3 (3%) diperoleh kadar protein yang tinggi pada roti tawar. Roti tawar substitusi tepung bekatul

dengan penambahan tepung daun kelor baik untuk dikonsumsi. Hal ini didukung dengan pernyataan Sachriani, (2019) bahwa daun kelor mengandung protein tinggi yang memiliki fungsi membentuk ikatan esensial tubuh, mengatur keseimbangan air, menjaga netralitas tubuh, membentuk antibodi, mengangkut nutrisi dan juga merupakan sumber energi.

3.5 Karakteristik Organoleptik (Uji Hedonik)

Tabel 4. Karakteristik Organoleptik

Parameter	Perlakuan			
	P0 (0%)	P1 (1%)	P2 (2%)	P3 (3%)
Warna	3,40	3,27	3,20	3,20
	±	±	±	±
Rasa	0,98 ^a	0,88 ^a	0,94 ^a	0,94 ^a
	3,07	3,40	2,47	2,40
Aroma	±	±	±	±
	0,88 ^{ab}	1,18 ^b	0,64 ^a	0,98 ^a
Tekstur	3,27	3,07	2,13	2,00
	±	±	±	±
	1,16 ^b	0,79 ^b	0,64 ^a	0,65 ^a
	3,13	3,53	3,20	3,13
	±	±	±	±
	0,74 ^a	0,51 ^a	0,67 ^a	0,74 ^a

Keterangan :

Skala hedonik: Sangat tidak suka (1,0-1,8), Tidak suka (1,9-2,6), Cukup suka (2,7-3,4), Suka (3,5-4,2), Sangat suka (4,2-5,0).

Superskripsi huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata.

Warna

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan berbagai konsentrasi tepung daun kelor tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap tingkat kesukaan warna pada roti tawar yang dihasilkan. Roti tawar substitusi tepung bekatul disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Warna Roti Tawar

Keterangan: a. perlakuan P0 (kontrol), b. P1 (penambahan 1% tepung daun kelor), c. P2 (penambahan 2% tepung daun kelor), d. P3 (penambahan 3% tepung daun kelor).

Hasil uji organoleptik yang telah dilakukan, bahwa panelis cenderung cukup suka dengan warna yang dihasilkan roti tawar dalam berbagai konsentrasi penambahan tepung daun kelor. Banyak peneliti meningkatkan bahan makanan lokal untuk membuat roti tawar yang beredar di pasaran dengan menciptakan berbagai warna seperti seperti warna cokelat, hijau dan lain sebagainya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Basito, (2012) dalam pembuatan roti tawar substitusi beras merah dan beras hitam dengan menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata pada penerimaan panelis terhadap warna yang dihasilkan.

Rasa

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dalam pembuatan roti tawar berpengaruh nyata ($P < 0,05$) dengan menghasilkan rasa roti tawar yang disukai oleh panelis dengan penambahan tepung daun kelor dalam jumlah tertinggi adalah roti tawar dengan perlakuan P1 (1%) sebesar 3,40 dengan memberikan penilaian cukup suka, dengan menghasilkan rasa gurih dan tidak menghasilkan rasa pahit.

Semakin tinggi konsentrasi tepung daun kelor yang ditambahkan, maka rasa yang dihasilkan sedikit memiliki rasa pahit. Menurut Anas & Ningtyas, (2009) menjelaskan bahwa rasa pahit yang terdapat dalam daun kelor digunakan mengandung saponin, selain itu saponin dapat menghambat pertumbuhan kanker kolon dan membantu kadar kolesterol menjadi normal.

Aroma

Semakin tinggi konsentrasi tepung daun kelor yang ditambahkan, maka penilaian panelis pada aroma roti tawar cenderung menurun, hal tersebut karena dalam penambahan tepung daun kelor telah menutupi bahan yang digunakan dengan menghasilkan aroma langu (Augustyn *et al.*, 2017). Hal tersebut sejalan dengan penelitian Cengceng *et al.*, (2020) yang menyatakan proses timbulnya aroma langu pada produk roti tawar yang ditambahkan tepung daun kelor disebabkan oleh enzim lipoksidase dalam daun kelor yang dapat mengurai lemak menjadi senyawa-senyawa yang akan menimbulkan aroma menjadi langu.

Tekstur

Tekstur roti tawar dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adanya kandungan protein dan lemak dari bahan dasar pembuatan roti serta kadar air (Nur'aini, 2011). Lemak membuat tekstur roti menjadi empuk dan berfungsi mencegah gelembung CO₂ terlepas dari adonan. Pori roti tawar yang halus terbentuk karena udara masuk kedalam adonan dan terdispersi dalam bentuk gelembung yang halus ketika tepung dan air tercampur, karena dalam tepung terigu mengandung protein gluten yang mampu membentuk elastisitas. Ketika tepung gandum dicampur dengan air, gluten akan membentuk massa viskoelastis yang mengikat semua bahan adonan terutama pati menjadi suatu adonan, lapisan film yang terbentuk bersifat *impermeable* terhadap gas, sehingga gas dapat terperangkap dan membentuk pori. Pori-pori merupakan lubang kecil yang terbentuk karena gas CO₂ yang dihasilkan oleh *yeast* pada proses fermentasi serta udara yang terperangkap didalamnya. Adanya pori-pori dalam roti tawar menyebabkan tekstur menjadi lunak.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- 4.1.1 Pengaruh penambahan tepung daun kelor terhadap karakteristik fisikokimia produk roti tawar substitusi tepung

bekatul berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap kadar serat dan kadar protein.

- 4.1.2 Pengaruh penambahan berbagai konsentrasi tepung daun kelor dalam pembuatan roti tawar substitusi tepung bekatul berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap rasa dan aroma roti tawar.
- 4.1.3 Perlakuan terbaik dalam pembuatan roti tawar yaitu perlakuan P3 (3%) dengan menghasilkan daya kembang 43,87 cm, kadar air 34,64%, kadar serat kasar 37,39% dan kadar protein 8,10% dan perlakuan terbaik secara organoleptik yaitu perlakuan P1 (1%) pada tingkat kesukaan panelis terhadap warna, rasa, aroma dan tekstur yang cukup disukai panelis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, Y., & Ningtyas, S. I. (2009). Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lam.) Sebagai Peluruh Kalsium Batu Ginjal Secara In Vitro. *Jurnal Ilmu Farmasi & Farmasi Klinik*, 13(2), 468–479.
- Augustyn, G. H., Tuhumury, H. C. D., & Dahoklory, M. (2017). Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Karakteristik Organoleptik Dan Kimia Biskuit Mocaf (*Modified Cassava Flour*). *Agritekno, Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(2), 52–58.
- Basito. (2012). Kajian Substansi Bekatul Beras Merah dan Beras Hitam terhadap Sifat Sensoris dan Fisikokimia pada Pembuatan Roti Tawar. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, V(2), 24–31.
- Chabibah, E. (2013). Pengaruh Penambahan Bekatul Terhadap Hasil Jadi Roti Tawar (*Open Top Bread*). *Jurnal Tata Boga*, 2(1), 51–57.
- Cengceng, Ansarullah, & Baco, A. R. (2020). Pengaruh Substitusi Tepung Daun Kelor (

- Moringa Oleifera) Terhadap Kualitas Sensorik , Kandungan Zat Besi (Fe) Dan Aktivitas Antioksidan Roti Tawar. *J. Sains Dan Teknologi Pangan (JSTP)*, 5(4),2993–3005.
- Damayanthi, E., & Listyorini, D. I. (2007). Pemanfaatan Tepung Bekatul Rendah Lemak Pada Pembuatan Kripik Simulasi. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 1(2), 34.
- Gunawan, M. I. F., Prangdimurti, E., & Muhandri, T. (2020). Upaya Penghilangan Rasa Pahit Tepung Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dan Aplikasinya untuk Pangan Fungsional. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(4), 636–643.
- Helingo, Z., & , Siti Aisa Liputo, dan M. L. (2021). Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor Terhadap Kualitas Roti Dengan Berbahan Dasar Tepung Sukun. *Jambura Journal of Food Technology (JJFT)*, 3(2), 1–13.
- Irwan, Z. (2020). Kandungan Zat Gizi Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Berdasarkan Metode Pengeringan. *Jurnal Kesehatan Manarang*, 6(1), 69–77.
- Kantja, I. N., Nopriani, U., Pangli, M., & Una-una, T. (2022). Uji Kandungan Nutrisi Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) sebagai Pakan Ternak. 2014, 1–7.
- Kusnandar, F., Suryani, S., & Budijanto, S. (2020). Karakteristik Fungsional, Fisik dan Sensori Sereal Sarapan Jagung yang Disubstitusi Bekatul. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(3), 108–117.
- Nur'aini, A. (2011). Aplikasi Millet (*pennisetum Spp*) Merah dan Millet Kuning Sebagai Substitusi Terigu dalam Pembuatan Roti Tawar : Evaluasi Sifat Sensoris dan Fisikokimia. *Jurnal Pangan*.
- Pusuma, D. A., Praptiningsih, Y., & Choiron, M. (2018). Karakteristik Roti Tawar Kaya Serat Yang Disubstitusi Menggunakan Tepung Ampas Kelapa. *Jurnal Agroteknologi*, 12(01), 29.
- Stefani, Y. O., & Mawarti, E. (2020). Pemanfaatan Bekatul Sebagai Substitusi Tepung Terigu Pada Pembuatan Cupcake. *Jurnal Pangan*. 6–27.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (1996). Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- Sutriyono, A., Kusnandar, F., Muhandri, T., (2016). Karakteristik Adonan dan Roti Tawar dengan Penambahan Enzim dan Asam Askorbat pada Tepung Terigu *Jurnal Mutu Pangan*, 3(2), 103–110.