

**FORMULASI TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dan
TEPUNG BIJI KETAPANG (*Terminalia catappa*) SEBAGAI
ALTERNATIF BAHAN BAKU PEMBUATAN ROTI
*GLUTEN-FREE***

SKRIPSI

Oleh:

**SUCI RAMADANI
NPM: 2104310022
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026**

FORMULASI TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*) DAN TEPUNG BIJI
KETAPANG (*Terminalia catappa*) SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU
PEMBUATAN ROTI GLUTEN-FREE

SKRIPSI

Oleh:

SUCI RAMADANI
NPM: 2104310022
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi Strata 1 (S1) Pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si
Ketua

Disahkan Oleh:
Dekan




Prof. Dr. Ir. Wan Afriani Barus, M.P.

Tanggal lulus: 02 Maret 2026

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Suci Ramadani
NPM 2104310022

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya berjudul “Formulasi Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang Sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Roti Gluten Free” Karya ini merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan penjabaran yang sepenuhnya berasal dari saya. Apabila terdapat kutipan atau penggunaan karya pihak lain, sumbernya akan dicantumkan secara jelas.

Saya menyampaikan pernyataan ini secara jujur dan bertanggung jawab. Apabila di masa mendatang ditemukan bukti tindakan plagiarisme, saya siap menerima konsekuensi akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah diberikan kepada saya. Pernyataan ini disusun dengan kesadaran penuh tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Medan, Januari 2026

Yang menyatakan



Suci Ramadani

RINGKASAN

Roti gluten-free merupakan alternatif pangan yang dibutuhkan bagi penderita intoleransi gluten atau celiac disease. Namun, produk roti bebas gluten sering mengalami kendala dari segi tekstur, rasa, dan nilai gizi. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) dan tepung biji ketapang (*Terminalia catappa*) sebagai bahan baku lokal dalam pembuatan roti gluten-free. Tepung mocaf dipilih karena bebas gluten dan memiliki sifat fungsional yang mirip dengan terigu, sedangkan biji ketapang kaya protein dan lemak sehat yang berpotensi meningkatkan nilai gizi serta mutu organoleptik. Metode penelitian yang digunakan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu Faktor I adalah persentase tepung mocaf dan biji ketapang (MK1 = 100%:0%, MK2 = 95%:5%, MK3 = 90%:10%, MK4 = 85%:15%) dan Faktor II adalah suhu pengovenan (SP1 = 160°C, SP2 = 170°C, SP3 = 180°C, SP4 = 190°C). Masing-masing perlakuan dilakukan dua kali pengulangan, sehingga jumlah keseluruhan unit percobaan adalah 16. Parameter yang diuji meliputi kadar air, kadar abu, daya kembang, daya serap air, serta uji organoleptik (aroma, rasa, warna, tekstur). Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa penambahan tepung biji ketapang memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar abu, kadar air, daya kembang, daya serap air, serta organoleptik aroma dan tekstur, Sementara itu, pada aspek organoleptik rasa dan warna tidak berbeda nyata. Suhu pengovenan menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar abu, kadar air, daya kembang, daya serap air, serta organoleptik aroma, rasa, dan tekstur, tetapi pada organoleptik warna tidak berbeda nyata. Interaksi antara persentase mocaf–ketapang dengan suhu pengovenan juga tidak diperoleh pada formulasi MK4 (85% mocaf : 15% ketapang) dengan suhu pengovenan 190°C (SP4). Perlakuan ini menghasilkan roti dengan kadar abu tinggi (menunjukkan kandungan mineral), kadar air stabil, daya kembang dan daya serap optimal, serta nilai organoleptik (aroma, rasa, warna, dan tekstur) yang paling disukai panelis.

SUMMARY

Gluten-free bread is an alternative food required for individuals with gluten intolerance or celiac disease. However, gluten-free bread products often face challenges in terms of texture, taste, and nutritional value. This study aims to formulate mocaf flour (Modified Cassava Flour) and ketapang seed flour (Terminalia catappa) as local raw materials in the production of gluten-free bread. Mocaf flour was chosen because it is gluten-free and has functional properties similar to wheat flour, while ketapang seeds are rich in protein and healthy fats that have the potential to improve nutritional value and organoleptic quality. The research method used was a Completely Randomized Design (CRD) with a factorial arrangement consisting of two factors, namely Factor I, the proportion of mocaf flour and ketapang seed flour (MK1 = 100%:0%, MK2 = 95%:5%, MK3 = 90%:10%, MK4 = 85%:15%), and Factor II, baking temperature (SP1 = 160°C, SP2 = 170°C, SP3 = 180°C, SP4 = 190°C). Each treatment was repeated twice, resulting in 16 experimental units. The parameters analyzed included moisture content, ash content, loaf volume, water absorption capacity, and organoleptic tests (aroma, taste, color, and texture). The results showed that the addition of ketapang seed flour had a highly significant effect ($p < 0.01$) on ash content, moisture content, loaf volume, water absorption capacity, as well as organoleptic properties of aroma and texture. Meanwhile, taste and color showed no significant differences. Baking temperature also had a highly significant effect ($p < 0.01$) on ash content, moisture content, loaf volume, water absorption capacity, as well as organoleptic properties of aroma, taste, and texture, but did not significantly affect color. There was no interaction effect between mocaf–ketapang proportion and baking temperature. The best treatment was obtained in formulation MK4 (85% mocaf : 15% ketapang) with a baking temperature of 190°C (SP4). This treatment produced bread with high ash content (indicating mineral content), stable moisture content, optimal loaf volume and water absorption, and the highest organoleptic acceptance (aroma, taste, color, and texture) that are most preferred by panelists.

RIWAYAT HIDUP

Suci Ramadani dilahirkan di Medan, 08 November 2003, anak kelima dari enam bersaudara dari pasangan Adi dan Nurhyati Hutagaol. Penulis berdomisili di Kecamatan Medan Helvetia, Kota Medan.

Berikut ini merupakan riwayat pendidikan formal penulis:

1. Sekolah Dasar Negeri (SDN) 066653 Kecamatan Medan Helvetia, Kota Medan, Sumatera Utara 20117 (2009-2015).
2. Sekolah Menengah Pertama (SMP) Swasta Marisi, Kecamatan Medan Helvetia, Kota Medan, Sumatera Utara 20115 (2015-2018).
3. Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 14 Medan, Kecamatan Medan Barat, Kota Medan, Sumatera Utara 20117 (2018-2021).
4. Mahasiswa Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2021-2025).

Berikut adalah uraian mengenai aktivitas dan pengalaman yang telah diperoleh oleh penulis selama menjalani masa perkuliahan:

1. Mengambil bagian dalam kegiatan Pengenalan Kehidupan Kampus bagi Mahasiswa Baru (PKKMB) pada tahun 2021.
2. Mengambil bagian dalam kegiatan Masa Ta'aruf (MASTA) pada tingkat Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah UMSU pada tahun 2021.
3. Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PPKS Marihat Baris, Kec. Siantar, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara pada tahun 2024.

4. Mengikuti Kampus Mengajar di SMP Nahdlatul Ulama (NU) di Jl. Brigjend.
H. A. Manaf Lubis No. 2, Tanjung Gusta, Kecamatan Medan Helvetia, Kota
Medan, Sumatera Utara. Tahun 2024.

KATA PENGANTAR

Penulis mengungkapkan rasa syukur dan puji kepada Allah SWT atas semua karunia dan anugerah-Nya, sehingga proposal penelitian berjudul “Formulasi Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) dan Tepung Biji Ketapang (*Terminalia catappa*) sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Roti Gluten - Free” dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam selalu diucapkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabat - sahabatnya, dan semua orang Islam yang terus mengikuti ajarannya hingga akhir zaman.

Proposal ini didasarkan pada temuan yang diperoleh dari tinjauan literatur yang komprehensif, bersamaan dengan wawasan dan arahan yang diberikan oleh dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan yang tak ternilai dan umpan balik yang konstruktif. Sepanjang perkembangannya, proposal ini belum ada secara terpisah dari dukungan dan kontribusi dari berbagai pemangku kepentingan. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan apresiasinya yang mendalam kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Wan Afriani Barus, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si., selaku Ketua Komisi Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan kepada penulis.

4. Seluruh dosen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan serta nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua tercinta, Ibu Nurhayati Hutagaol dan Ayah Adi, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang yang tiada henti kepada penulis.
6. Kakak dan adik tercinta yang senantiasa memberikan dukungan, baik secara moral maupun material, selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan Teknologi Hasil Pertanian Stambuk 2021 Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang senantiasa menjadi sumber motivasi dan dukungan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Singkatnya, penulis berharap bahwa skripsi ini akan menghasilkan dampak yang menguntungkan pada kemajuan pengetahuan ilmiah dan secara bersamaan berfungsi sebagai sumber daya untuk penyelidikan ilmiah berikutnya. Penulis tetap menerima berbagai kritik dan umpan balik konstruktif yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kecanggihan upaya akademis ini.

Medan, Januari 2026

Suci Ramadani

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
RIWAYAT HIDUP.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian.....	4
Hipotesis Penelitian.....	4
Kegunaan Penelitian.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
Roti.....	6
Roti Tawar.....	6
Tepung Mocaf.....	9
Ketapang (Terminalia Catappa).....	10
Kandungan Biji Ketapang.....	11
Tepung Biji Ketapang.....	20
Gluten-Free.....	14
Psyllium Husk.....	16
Margarin.....	17
Telur.....	19
BAHAN DAN METODE.....	19
Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
Bahan Penelitian.....	19
Alat Penelitian.....	19
Rancangan Penelitian.....	19
Metode Penelitian.....	20
Model Rancangan Penelitian.....	21
Metode Analisis Data.....	21

Pelaksanaan Penelitian	21
Parameter Penelitian	23
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
Kadar Abu.....	37
Kadar Air	37
Daya Kembang.....	42
Daya Serap.....	47
Organoleptik Aroma	55
Organoleptik Rasa	59
Organoleptik Warna	66
Organoleptik Tekstur	73
KESIMPULAN DAN SARAN	79
Kesimpulan	79
Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	88

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Syarat Mutu Roti Tawar.....	8
2. Kandungan Tepung Mocaf.....	9
3. Kandungan Biji Ketapang.....	13
4. Tingkat Penilaian terhadap Aroma	24
5. Tingkat Penilaian terhadap Rasa	24
6. Tingkat Penilaian terhadap Warna	25
7. Tingkat Penilaian terhadap Tekstur.....	25
8. Pengaruh Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang.....	29
9. Hubungan Suhu Pengovenan dengan Parameter yang Diamati.....	30
10. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Kadar Abu Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	31
11. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Kadar Abu Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	33
12. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Kadar Air Roti Berdasarkan Uji Beda Rata - rata.....	38
13. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Kadar Air Berdasarkan Uji Beda Rata - rata.....	40
14. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Daya Kembang Roti Berdasarkan Uji Beda Rata - rata.....	43
15. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Daya Kembang Roti Berdasarkan Uji Beda Rata - rata.....	45
16. Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang, dan Suhu Pengovenan terhadap Daya Kembang Roti Berdasarkan Uji Beda Rata - rata.....	47
17. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Daya Serap Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	48
18. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Daya Serap Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	50
19. Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang, dan Suhu Pengovenan terhadap Daya Serap Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	53
20. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Organoleptik Aroma Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	55
21. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Aroma Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	57

22. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Organoleptik Rasa Roti Berdasarkan Uji Beda Rata - rata.....	60
23. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Rasa Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	62
24. Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang, dan Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Rasa Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	64
25. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Organoleptik Warna Roti Berdasarkan Uji Beda Rata - rata....	66
26. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Warna Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	68
26. Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang, dan Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Warna Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	71
27. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Organoleptik Tekstur Roti Berdasarkan Uji Beda Rata-rata.....	74
28. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Tekstur Roti Berdasarkan Uji Beda Rata - rata.....	76

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Diagram Alir Pembuatan Tepung Biji Ketapang.....	27
2. Diagram Alir Pembuatan Roti.....	28
3. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Daya Kembang.....	33
4. Suhu Pengovenan pada Daya Kembang Roti.....	33
5. Hubungan Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Daya Kembang Roti	36
6. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Kadar Abu.....	39
7. Suhu Pengovenan pada Kadar Abu.....	41
8. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Kadar Air.....	44
9. Suhu Pengovenan pada Kadar Air.....	46
10. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Daya Serap Roti.....	48
11. Suhu Pengovenan Daya Serap Roti.....	51
12. Hubungan Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Daya Serap Roti.....	54
13. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Organoleptik Aroma Roti.....	56
14. Suhu Pengovenan Organoleptik Aroma.....	58
15. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Organoleptik Rasa Roti	61
16. Suhu Pengovenan Organoleptik Rasa Roti.....	63
17. Hubungan Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Organoleptik Rasa Roti.....	65
18. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Organoleptik Warna Roti.....	67
19. Suhu Pengovenan Organoleptik Warna Roti.....	69
20. Hubungan Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Organoleptik Warna	72
21. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Organoleptik Tekstur Roti.....	75
22. Suhu Pengovenan Organoleptik Tekstur Roti.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Data Rataan Kadar Abu Roti.....	88
2.	Data Analisis Sidik Ragam Kadar Abu	89
3.	Data Rataan Kadar Air Roti.....	90
4.	Data Analisis Sidik Ragam Kadar Air.....	91
5.	Data Rataan Daya Kembang Roti.....	92
6.	Data Analisis Sidik Ragam Daya Kembang Roti.....	93
7.	Data Rataan Daya Serap Roti.....	94
8.	Data Analisis Sidik Ragam Daya Serap Roti	95
9.	Data Rataan Organoleptik Aroma Roti	96
10.	Data Analisis Sidik Ragam Organoleptik Aroma Roti.....	97
11.	Data Rataan Organoleptik Rasa Roti.....	98
12.	Data Analisis Sidik Ragam Organoleptik Rasa Roti.....	99
13.	Data Rataan Organoleptik Warna Roti.....	100
14.	Data Analisis Sidik Ragam Organoleptik Warna Roti.....	101
15.	Data Rataan Organoleptik Tekstur Roti.....	102
16.	Data Analisis Sidik Ragam Organoleptik Tekstur Roti.....	103
17.	Dokumentasi Penelitian di Laboratorium Pertanian.....	104

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan akan produk pangan gluten-free menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan, terutama bagi individu yang mengalami intoleransi gluten. Produk gluten-free seperti roti menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi konsumen dengan kondisi ini. Namun, ketersediaan bahan baku gluten free yang memiliki nilai gizi tinggi dan harga terjangkau masih menjadi tantangan. Oleh karena itu, pengembangan bahan baku alternatif seperti tepung mocaf dan tepung biji ketapang menjadi penting untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Roti adalah salah satu produk pangan yang dihasilkan dari tepung terigu melalui proses fermentasi dengan bantuan ragi atau bahan pengembang lainnya, kemudian diolah melalui proses pemanggangan. Berdasarkan jenisnya, roti dibedakan menjadi roti manis dan roti tawar (Putri, dkk., 2021). Tepung terigu yang berasal dari gandum biasanya digunakan untuk membuat roti tawar. Karena kemampuan tepung terigu untuk membentuk dan meregangkan jaringan yang mengikat molekul pati, kandungan protein glutennya memainkan peran penting dalam proses pembuatan adonan (Muflihati, 2018). Namun, gluten dapat menyebabkan penyakit celiac atau reaksi autoimun pada beberapa orang, sehingga diperlukan produk roti dengan kandungan gluten yang lebih rendah, seperti yang menggunakan tepung biji ketapang dan tepung mocaf sebagai bahan dasarnya.

Tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) adalah salah satu bahan alternatif yang potensial untuk pembuatan roti gluten-free. Tepung ini dihasilkan melalui fermentasi singkong, yang tidak hanya meningkatkan kandungan nutrisinya tetapi

juga memberikan karakteristik fungsional yang mendekati tepung terigu seperti mendukung pembentukan tekstur dan kelembutan pada roti. Di samping itu, biji ketapang (*Terminalia Catappa*) yang sering kali dianggap sebagai limbah memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai tepung. Tepung biji ketapang memiliki kandungan protein dan lemak yang dapat memberikan nilai tambah dalam formulasi roti gluten-free (Indrayanti dkk., 2021).

Tepung Mocaf adalah modifikasi dari singkong yang diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan starter bakteri asam laktat. Menurut Yasa dkk (2016), bakteri asam laktat (BAL) adalah mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi tersebut. Tepung mocaf memiliki beberapa keunggulan, di antaranya tidak mengandung gluten serta memiliki kadar HCN yang rendah. Mocaf merupakan tepung ubi kayu termodifikasi yang banyak digunakan dalam produk pangan. Subagio dkk. (2008) menyatakan bahwa mocaf diperoleh melalui proses fermentasi yang memodifikasi sel ubi kayu.

Pemanfaatan tepung biji ketapang sebagai bahan pangan masih jarang dilakukan, hal ini disebabkan oleh minimnya informasi dan penelitian tentang cara pengolahan biji ketapang menjadi tepung yang berkualitas serta aplikasi praktisnya dalam industri makanan. Padahal, dengan kandungan nutrisi yang baik, tepung biji ketapang dapat menjadi alternatif bahan baku yang potensial, khususnya dalam pembuatan makanan bebas gluten. Meskipun biji ketapang kerap tidak dimanfaatkan dan terbuang, bahan tersebut masih mengandung nilai gizi yang baik sebagai sumber protein nabati. Pemanfaatan dari biji ketapang belum banyak tergal. Rasa biji ketapang tersebut memiliki karakteristik rasa yang khas kacang, gurih dan ada

Rasa manisnya. Berdasarkan literatur Lia dkk. (2010), biji ketapang mengandung nilai gizi yang cukup tinggi, antara lain protein (25,3%), gula (16%), serat (11,75%), karbohidrat (5,8%), fosfor (2200/g), serta lemak kasar (16,35%). Selain itu, biji ketapang juga mengandung berbagai asam amino serta mineral seperti magnesium, kalsium, besi, seng, mangan, serta vitamin A dan vitamin C yang bermanfaat bagi tubuh. Secara umum, kandungan protein dan serat pada biji ketapang tergolong tinggi, sedangkan kadar karbohidratnya relatif rendah.

Penggabungan tepung mocaf dan tepung biji ketapang dalam formulasi roti gluten-free menawarkan peluang untuk menciptakan produk yang tidak hanya bebas gluten, tetapi juga kaya nutrisi dan memiliki tekstur yang baik. Kombinasi ini juga dapat memanfaatkan sumber daya lokal secara maksimal dan mendukung keberlanjutan industri pangan. Dengan demikian, formulasi kedua tepung ini menjadi langkah inovatif dalam diversifikasi produk roti gluten-free yang sesuai dengan kebutuhan pasar. Mengacu pada latar belakang yang telah dijelaskan, peneliti tertarik untuk meneliti “Formulasi Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dan Tepung Biji Ketapang (*Terminalia Catappa*) Sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Roti Gluten-Free”.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti melakukan penelitian mengenai “Formulasi Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dan Tepung Biji Ketapang (*Terminalia catappa*) Sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Roti Gluten-Free”.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menentukan formulasi terbaik tepung mocaf dan tepung biji ketapang dalam pembuatan roti gluten-free.
2. Menentukan suhu pengovenan terbaik dalam pembuatan roti gluten-free
3. Untuk mengetahui karakteristik organoleptik (rasa, tekstur, aroma, warna) roti gluten-free.

Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini yaitu :

1. Terdapat pengaruh variasi persentase tepung mocaf dan tepung biji ketapang terhadap karakteristik roti gluten-free yang dihasilkan.
2. Terdapat pengaruh suhu pengovenan terhadap kualitas roti gluten-free yang dihasilkan.
3. Terdapat pengaruh interaksi antara persentase tepung mocaf, tepung biji ketapang, dan suhu pengovenan terhadap kualitas roti gluten-free yang dihasilkan.

Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini yaitu :

1. Sebagai sumber acuan dan data pendukung dalam penyusunan skripsi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Memberikan referensi kepada industri pangan dalam mengembangkan produk roti gluten-free berbahan dasar lokal dengan kualitas yang kompetitif.

3. Meningkatkan nilai tambah biji ketapang yang selama ini kurang dimanfaatkan, sehingga dapat memberikan dampak ekonomi bagi petani dan pelaku usaha kecil.

TINJAUAN PUSTAKA

Roti

Roti termasuk makanan yang banyak diminati Hal ini disebabkan oleh bentuknya yang praktis serta kebiasaannya digunakan sebagai menu sarapan sebelum memulai aktivitas sehari-hari, maupun sebagai makanan selingan untuk mengganjal perut sebelum waktu makan utama. Roti adalah produk pangan yang berbahan dasar tepung terigu tersebut dibuat melalui proses fermentasi dengan bantuan ragi atau bahan pengembang lainnya, kemudian diolah melalui proses pemanggangan. Berdasarkan jenisnya, roti dibedakan menjadi roti manis dan roti tawar. Roti manis merupakan roti yang memiliki rasa manis yang dominan, bertekstur lembut, serta umumnya dapat ditambahkan berbagai jenis isian. Sementara itu, roti tawar merupakan roti yang dibuat dari tepung terigu protein tinggi, berbentuk persegi, berwarna putih dengan bagian tepi berwarna kecokelatan, serta memiliki cita rasa tawar karena pada proses pembuatannya tidak ditambahkan bahan tambahan yang memberikan rasa (Putri dkk., 2021).

Roti Tawar

Salah satu produk pangan olahan adalah roti, yang dibuat dengan fermentasi tepung terigu dengan bantuan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) atau bahan pengembang lainnya, kemudian diproses melalui proses pemanggangan (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Roti tawar adalah salah satu produk pangan berbahan dasar tepung terigu yang banyak dikonsumsi masyarakat dan termasuk dalam klasifikasi roti jenis sponge, yang strukturnya didominasi oleh gelembung-gelembung gas. Selain itu, harga yang relatif terjangkau membuat roti tawar dapat diakses oleh berbagai kalangan masyarakat, mulai dari lapisan bawah hingga atas.

Roti tawar pada umumnya dibuat dari bahan baku tepung terigu yang berasal dari gandum. Kandungan protein gluten dalam tepung terigu memiliki peran penting dalam proses pengembangan adonan karena mampu membentuk serta meregangkan jaringan ikatan antar molekul pati (Muflihati, 2018). Namun, pada sebagian individu, gluten dapat memicu penyakit celiac atau gangguan autoimun, sehingga diperlukan alternatif produk roti dengan kadar gluten yang rendah.

Roti merupakan produk olahan yang dibuat dari adonan tepung terigu, lemak, gula, dan air yang difermentasi menggunakan ragi (khamir) berfungsi sebagai bahan pengembang, baik dengan maupun tanpa tambahan bahan pangan lain serta bahan tambahan pangan yang diizinkan (SNI 8371:2018). Saat ini terdapat berbagai jenis roti yang beredar di masyarakat, tetapi secara umum dapat diklasifikasikan menjadi roti tawar atau roti manis. Roti tawar merupakan jenis roti tanpa tambahan rasa maupun isian sehingga memiliki cita rasa netral atau tawar. Dalam konsumsinya, roti tawar biasanya diberi tambahan isian oleh konsumen sesuai dengan selera konsumen, seperti mentega, meses, keju, telur, daging, selai buah, atau merupakan kombinasi dari beberapa bahan tersebut (Arwini, 2021).

Bahan dasar dalam pembuatan roti tawar yaitu tepung terigu yang berasal dari gandum. Sampai sekarang, Indonesia masih bergantung pada impor gandum, dan volume impor tepung terigu terus mengalami peningkatan. Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) pada 2014/2015 menyatakan bahwa impor gandum Indonesia mencapai 7,49 juta ton atau menduduki peringkat kedua di dunia setelah Mesir dengan total 11,06 juta ton. Pada periode

2015/2016, jumlah tersebut tercatat sebesar 8,10 juta ton, sehingga kembali menempatkan Indonesia pada posisi kedua setelah Mesir yang mencapai 11,50 juta ton. Pada tahun 2020, impor gandum diproyeksikan meningkat hingga tiga kali lipat dibandingkan tahun sebelumnya (Listiyarini, 2016). Kondisi ini menunjukkan tingginya ketergantungan terhadap tepung terigu, sehingga diperlukan bahan alternatif untuk mengurangi penggunaannya dalam pembuatan roti. Berdasarkan SNI (1995), standar mutu roti tawar adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Syarat Mutu Roti Tawar

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan Kenampakan		
	a. Bau	-	Normal
	b. Rasa	-	Tidak berjamur
	c. Warna	-	Normal
2.	Air	% b/b	Maks. 40
3.	Abu (tidak termasuk garam dihitung atas dasar bahan kering)	% b/b	Maks. 1
4.	Abu yang tidak larut asam	% b/b	Maks. 3,0
5.	NaCl	% b/b	Maks. 2,5
6.	Gula Jumlah	% b/b	-
7.	Lemak	% b/b	-
8.	Serangga/belatung	-	Tidak boleh ada
9.	Bahan makanan tambahan :		
	a. Pengawet		Sesuai dengan SNI
	b. Pewarna		0222-1987
	c. Pemanis buatan		
	d. Sakarin siklamat	Negatif	Negatif
10.	Cemaran Logam :		
	a. Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
	b. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1,0
	c. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 10,0
	d. Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40,0
11.	Cemaran Arsen (AS)	mg/kg	Maks. 0,5
	12. Cemaran Mikroba :		
	a. Angka Lempeng Total	koloni/g	Maks. 10 ⁶
	b. E. coli	APM/g	<3
	c. Kapang	koloni/g	Maks. 10 ⁴

Tepung Mocaf

Mocaf ialah produk turunan tepung singkong yang diperoleh lewat proses fermentasi yang mengubah struktur sel singkong, di mana aktivitas enzim dari mikroorganisme berperan dominan selama proses tersebut berlangsung. Secara teknis, proses pembuatan mocaf serupa dengan pembuatan tepung singkong pada umumnya, namun disertai tahap fermentasi sebelum proses pengeringan dan penggilingan hingga menjadi tepung mocaf. Tepung ini ialah komoditas berbasis singkong yang diproses melalui teknik fermentasi. Produk yang memiliki karakteristik yang menyerupai tepung terigu, yaitu berwarna putih, bertekstur halus, dan tidak beraroma singkong. Dengan sifat tersebut, tepung mocaf berpotensi menjadi substitusi tepung terigu sehingga dapat membantu mengurangi ketergantungan impor gandum di Indonesia

(Brilian *dkk.*, 2019).

Tepung mocaf dihasilkan dari singkong yang diolah melalui proses fermentasi menggunakan starter berupa bakteri asam laktat. Menurut Yasa *dkk* (2016), bakteri asam laktat adalah mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi. Tepung mocaf memiliki beberapa keunggulan, di antaranya tidak mengandung gluten serta memiliki kadar HCN yang rendah.

Tabel 2. Tepung Mocaf (g Berat Kering)

No	Kandungan Gizi	Jumlah (g)
1.	Kadar Air	11,9g
2.	Kadar Abu	1,3g
3.	Protein	1,2g
4.	Lemak	0,6g
5.	Karbohidrat	85,0g
6.	Serat	0,4g

Sumber: Mahmuddkk(2019).

Tepung mocaf yang dihasilkan melalui proses fermentasi selama 12–72 jam dapat memenuhi standar SNI 7622-2011, dengan karakteristik berupa warna yang lebih putih (96,419%), kadar air yang rendah, serta kandungan protein dan lemak yang lebih tinggi (Merani *dkk.*, 2018). Secara umum, karakteristik tepung mocaf memiliki kemiripan dengan tepung terigu, sehingga tepung ini berpotensi digunakan sebagai alternatif pengganti tepung terigu (Wulandari, 2021).

Ketapang (*Terminalia Catappa*)

Ketapang (*Terminalia catappa*) merupakan jenis pohon pantai yang memiliki tajuk rindang. Tanaman ini dapat berkembang pada tanah yang memiliki kesuburan rendah serta tersebar di hampir seluruh wilayah Indonesia. Namun demikian, pemanfaatan serta pengetahuan masyarakat terhadap potensi olahan biji ketapang masih tergolong rendah. Bagian tanaman ketapang yang hingga kini masih belum banyak dimanfaatkan adalah biji yang terdapat di dalam buahnya. Secara morfologis, biji ketapang memiliki kemiripan dengan biji bunga matahari atau kuaci, namun dengan bentuk yang lebih cembung (Hevira *dkk.*, 2015).

Ketapang memiliki sebaran yang luas di Indonesia, mulai dari wilayah Sumatera hingga Papua. Tanaman ini sangat adaptif sehingga dapat tumbuh di berbagai lingkungan, baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Ini dapat ditemukan di berbagai jenis hutan seperti hutan primer, hutan sekunder, hutan campuran (Dipterocarpaceae), hutan rawa, hutan pantai, hutan jati, dan di sepanjang aliran sungai. Namun, buah ketapang masih belum digunakan secara maksimal di Indonesia (Sholeha, 2018). Jenis ini tergolong tanaman yang tumbuh cepat, berukuran sedang, dan bersifat gugur daun. Pohon ketapang dapat mencapai tinggi sekitar 12 hingga 25 meter, bahkan pada kondisi tertentu dapat mencapai 60 hingga 70 meter.

Ketapang dikenal sebagai tanaman obat yang tersebar di wilayah tropis maupun subtropis (Silva dkk., 2015). Seluruh bagian tanaman ketapang dapat dimanfaatkan, mulai dari daun, batang, akar, hingga bijinya. Daun ketapang telah diketahui memiliki berbagai khasiat, antara lain sebagai antidiabetik, antibakteri, dan antifungi (Jony dkk., 2013). Hal tersebut disebabkan oleh adanya kandungan metabolit sekunder pada daun ketapang yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa metabolit sekunder yang dimaksud meliputi fenol, tanin, flavonoid, dan terpenoid (Rajesh dkk., 2016).

Buah ketapang memiliki bentuk yang menyerupai buah almond dengan ukuran sekitar 4–5,5 cm. Biji ketapang pada fase muda berwarna hijau, kemudian berubah menjadi merah kecokelatan saat telah matang. Buah ketapang memiliki lapisan gabus yang memungkinkannya mengapung di air sungai maupun laut selama berbulan-bulan sebelum akhirnya tumbuh pada lingkungan yang sesuai. Biji ketapang memiliki permukaan kulit luar yang licin serta dikelilingi oleh lapisan serat (Sholeha, 2018).

Kandungan Biji Ketapang

Biji ketapang mengandung banyak zat gizi, termasuk protein, lemak, karbohidrat, dan air. Beberapa jenis asam lemak terdiri dari lemak biji ketapang: asam miristat (6,3%), asam stearat (6,3%), asam oleat (23,3%), dan asam linoleat (7,6%). Biji ketapang diketahui memiliki banyak protein selain banyak lemak. Biji ketapang kering mengandung protein 25,3%, serat 11,75% dan karbohidrat 5,8% serta mineral seperti kalsium, magnesium, kalium dan natrium (Suhartatik dkk., 2019).

Senyawa aktif yang berfungsi sebagai antioksidan juga ditemukan dalam biji ketapang (Marques dkk., 2012). Selain memiliki aktivitas antioksidan, biji ketapang sangat kaya akan berbagai nutrisi. Ini termasuk protein, serat, karbohidrat, asam lemak (asam oleat, asam linoleat, asam stearat, dan asam miristat), dan mineral seperti kalsium, magnesium, kalium, dan natrium (Maghfiroh dkk., 2014). Selain itu, cita rasa biji ketapang yang mirip dengan almond dapat digunakan sebagai makanan.

Biji ketapang dapat dikonsumsi dalam keadaan mentah maupun setelah melalui proses pengolahan atau pemasakan. Adapun kandungan yang terdapat dalam biji ketapang adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Kandungan Biji Ketapang (g Berat Kering)

No	Kandungan Gizi	Jumlah (g)
1.	Kadar Air	0,81g
2.	Kadar Minyak	56,66g
3.	Protein	17,996g
4.	Gula Total	61,5 mg
5.	Vitamin C	56 mg/100gr

Sumber: Darmawan (2017).

Darmawan (2017) menyatakan bahwa tingginya kandungan protein dan serat pada biji ketapang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan utama maupun bahan tambahan dalam produk pangan, sehingga dapat meningkatkan nilai gizi serta sifat fungsionalnya. Pangan dengan kadar protein dan serat yang tinggi memiliki beberapa manfaat, yaitu: (i) memenuhi kebutuhan protein harian; (ii) membantu meningkatkan asupan serat yang baik bagi proses metabolisme tubuh; serta (iii) menurunkan risiko timbulnya penyakit degeneratif seperti kolesterol, diabetes, dan penyakit jantung.

Karena ketapang mengandung banyak senyawa bioaktif, seperti flavonoid, terpenoid, steroid, tanin, alkaloid, resin, dan saponin, ekstrak daun ketapang (*Terminalia catappa*) mengandung flavonoid, terpenoid, steroid, kuinon, tanin, dan saponin. potensi herbisida nabati. Hal ini didukung oleh adanya komponen seperti fenol, asam fenolat, kumarin, dan flavonoid dalam ekstrak beberapa tanaman lain. Senyawa-senyawa ini memiliki kemampuan untuk memiliki efek fitotoksik dan mempengaruhi berat basah gulma rumput teki (*Cyperus rotundus*) yang dikenal (Purwani *dkk.*, 2013).

Tepung Biji Ketapang

Tepung adalah salah satu produk setengah jadi yang direkomendasikan karena memiliki daya simpan yang lebih lama, mudah dicampur dalam formulasi (komposisi), serta dapat diperkaya dengan zat gizi melalui proses fortifikasi untuk meningkatkan kualitas pangan. Selain itu, tepung juga mudah dibentuk dan juga lebih cepat diolah, sehingga sesuai dengan kebutuhan masyarakat modern yang mengutamakan kepraktisan (Adimarta, 2022).

Pengolahan makanan yang mengandung protein dan serat tinggi, seperti biji ketapang, sangat bermanfaat bagi kesehatan. Tepung biji ketapang, yang berasal dari limbah yang belum dimanfaatkan sepenuhnya dan memiliki kandungan serat dan protein yang tinggi, digunakan untuk membuat roti. Inovasi ini bertujuan untuk meningkatkan nilai fungsional produk makanan. Tepung biji ketapang dapat digunakan sebagai pengganti tepung terigu dalam pembuatan roti atau kue karena meningkatkan cita rasa gurih dan meningkatkan kandungan serat. Selain itu, tepung biji ketapang diketahui kaya akan lemak sehat dan protein nabati yang bermanfaat bagi tubuh untuk kesehatan tubuh jika dikonsumsi dalam jumlah yang tepat (Pitri dan Kissinger, 2021).

Gluten-Free

Gandum adalah bahan pangan serealialia dengan kandungan gluten tertinggi. Gluten adalah protein yang bersifat lengket dan elastis yang ditemukan pada beberapa kelompok serealialia. Sekitar 80% protein tepung terigu terdiri dari gluten. Gluten memainkan peran penting dalam membuat adonan roti menjadi elastis dan mudah dibentuk, jadi semakin banyak gluten yang ada, semakin baik tekstur roti. Namun, beberapa orang tidak mampu mengonsumsi gluten dan mencernanya dengan baik. Untuk mencegah dampak negatif terhadap kesehatan mereka, orang yang mengalami alergi gluten, penyakit celiac, atau autisme spektrum disorder (ASD) disarankan untuk menghindari gluten (Salsabila Khonsa *dkk.*, 2019).

Istilah "gluten-free" digunakan untuk menggambarkan bahan pangan atau produk pangan yang tidak mengandung protein gluten. Gluten adalah campuran protein amorf yang terdapat pada pati endosperma beberapa jenis serealialia, terutama gandum, barley, rye, dan dalam jumlah kecil oat. Ketika tepung terigu dicampur dengan air, gluten terbentuk, yang membantu mengikat adonan dan memberikan sifat elastis yang memudahkan proses pembentukan. Gluten membentuk sekitar 80% protein tepung, yang terdiri dari protein gliadin dan glutenin. Namun, orang yang sensitif terhadap gluten dapat mengalami efek negatif dari mengonsumsi gluten. Gluten juga diduga dapat merangsang bakteri *Candida*, yang dapat menyebabkan masalah seperti gas berlebih, toksin, sembelit, kembung, dan diare. (Ilmannafian *dkk.*, 2018), produk yang tertera secara komersial berlabel bebas gluten secara signifikan

harganya harganya relatif lebih tinggi dibandingkan produk komersial yang tidak memiliki spesifikasi khusus. Di samping itu, tidak semua individu memiliki kemampuan untuk mengonsumsi dan mencerna gluten dengan baik. Kelompok yang mengalami alergi gluten, seperti penderita celiac disease dan individu dengan autism spectrum disorder (ASD), dianjurkan untuk menghindari asupan gluten.

Gluten-free atau bebas gluten adalah istilah untuk bahan pangan yang sama sekali tidak mengandung gluten. Oleh karena itu, individu dengan Autism Spectrum Disorder (ASD) sering dianjurkan untuk menjalani diet gluten-free dan casein-free (GFCF), karena diduga tidak mampu mencerna gluten dan kasein dengan optimal. Gluten yang tidak tercerna kemudian diduga dapat mencapai otak dan berikatan dengan reseptor opioid sehingga memberikan efek seperti senyawa morfin, yang berpotensi memengaruhi perilaku, termasuk meningkatkan sifat mudah marah pada penyandang ASD. Namun, penerapan diet GFCF juga dapat menyebabkan risiko kekurangan asupan nutrisi seperti kalori, kalsium, serat, serta vitamin yang umumnya terdapat pada pangan yang mengandung gluten dan kasein (Risti, 2013).

Ragi Roti

Salah satu bahan tambahan dalam pembuatan roti yaitu ragi roti. Ragi roti mengandung *Saccharomyces cerevisiae* yang berfungsi dalam proses fermentasi gula, sehingga menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) yang kemudian tertahan dalam jaringan gluten dan membuat adonan mengembang. Aktivitas ragi akan berlangsung secara optimal pada kondisi aktivitas air (aw) 0,905, suhu 25–30°C, serta pH 4,0–4,5 (Chairul, 2019). Semakin tinggi jumlah ragi yang digunakan, semakin besar produksi CO₂ yang dihasilkan, sehingga kemampuan adonan untuk mengembang juga meningkat dan tekstur roti menjadi lebih lembut.

Namun demikian, penambahan ragi yang berlebihan dapat memengaruhi karakteristik sensori roti, seperti aroma menjadi lebih asam, rasa manis berkurang, serta menghasilkan struktur pori-pori yang lebih besar dan kasar (Sitepu, 2019),

Berdasarkan penelitian Sitepu (2019) pada penentuan konsentrasi ragi dalam pembuatan roti berbahan tepung terigu, penggunaan ragi sebesar 2% menghasilkan karakteristik roti yang paling baik dan disukai panelis. Sementara itu, Fadhilah (2017) menyatakan bahwa penambahan ragi 3% menghasilkan roti tawar dengan mutu optimal, ditunjukkan oleh kadar protein 7,19%, kadar abu 2,35%, lemak 11,7%, serat 2,23%, karbohidrat 79,288%, volume pengembangan 165%, serta tingkat penerimaan panelis yang baik.

Daya kembang adonan Pengembangan roti dipengaruhi oleh jumlah ragi yang ditambahkan, di mana semakin tinggi jumlah ragi maka daya kembang adonan cenderung semakin besar. Proses proofing pertama dilakukan untuk tahap pengembangan awal adonan roti. Selanjutnya, pemeraman kedua bertujuan untuk mengistirahatkan kembali adonan yang telah dibentuk sebelumnya, yang dapat menyebabkan penurunan daya kembang adonan. Pada tahap awal pemanggangan, aktivitas khamir bekerja secara optimal sehingga menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) yang meningkatkan pengembangan adonan. Ragi menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) yang kemudian terperangkap dalam jaringan gluten. Selain itu, gula, susu, dan telur bertanggung jawab untuk menjaga struktur gluten, sehingga gas CO_2 tidak mudah terlepas. Roti yang lebih lembut dibuat dengan adonan yang memiliki kemampuan mengembang yang baik (Sitepu, 2019).

Psyllium Husk

Psyllium husk adalah salah satu serat larut yang sering digunakan sebagai suplementasi karena efek sampingnya yang minimal (Irnawaty dkk., 2018). Psyllium husk adalah serat alami dari biji *Plantago ovate* yang berperan penting pada pembuatan roti bebas gluten. Karena tidak memiliki gluten yang berfungsi sebagai perekat alami, roti gluten-free sering kali rapuh dan kurang elastis. Psyllium husk membantu membentuk struktur adonan dengan menyerap air dan membentuk gel, sehingga meningkatkan elastisitas, memperbaiki tekstur, dan membuat roti lebih mengembang serta tidak mudah hancur. Selain itu, serat ini juga menahan kelembaban, sehingga roti tetap lembut lebih lama.

Sekam psyllium adalah bahan penting dalam pembuatan roti bebas gluten. Sekam ini berfungsi sebagai pengikat, dan memberikan elastisitas, fleksibilitas, dan kelenturan yang dibutuhkan adonan roti bebas gluten sehingga anda dapat menguleni dan membentuknya tanpa masalah. Sekam ini juga memungkinkan roti bebas gluten mengembang dengan baik (sehingga volumenya dapat berlipat ganda). Dengan bantuan sekam ini, dapat membuat roti bebas gluten yang rasanya seperti roti “biasa” yang dibuat dengan tepung terigu (Kusuma, 2021).

Margarin

Margarin merupakan produk pangan berbentuk emulsi air dalam minyak (water in oil/w-o), baik cair maupun semi padat, yang terutama terbuat dari lemak atau minyak nabati (Winarno, 1991). Margarin juga mengandung air dan bahan tambahan pangan yang diizinkan dengan atau tanpa modifikasi kimia seperti hidrogenasi dan interesterifikasi (Ramadhana dan Kusnadi, 2016).

Margarin ialah produk pangan berbentuk emulsi air dalam minyak (water in oil/W/O) dengan tekstur plastis. Margarin banyak dimanfaatkan dalam industri bakery, seperti pada pembuatan roti, cake, biskuit, dan berbagai produk lainnya.

Selain itu, margarin juga sering digunakan sebagai alternatif minyak goreng dalam proses menumis maupun menggoreng makanan yang tidak memerlukan penggunaan minyak dalam jumlah besar (Sahrul dkk., 2022).

Telur

Telur memiliki nilai gizi yang hampir sempurna dan merupakan salah satu sumber protein hewani terbaik. Telur ayam adalah makanan yang kaya gizi dengan kandungan protein sekitar 12,8% dan lemak sekitar 11,8%. Selain itu, terdapat vitamin A sebanyak 327,0 SI dan mineral sebanyak 256,0 mg per 100 gram telur utuh. Telur ayam memiliki kualitas protein yang sangat baik karena mengandung semua asam amino esensial dan memiliki nilai biologis yang tinggi, mencapai 100% (Kurniawan dkk., 2014).

Telur tersusun atas tiga komponen utama, yakni cangkang (kerabang) beserta selaputnya, putih telur, dan kuning telur. Kandungan air, lemak, dan protein yang tinggi pada telur menjadikannya media yang baik bagi pertumbuhan bakteri, sehingga memiliki umur simpan yang relatif singkat. Telur dengan kualitas baik umumnya dikonsumsi dalam rentang waktu hingga 17 hari (Kurniawan dkk.,2014).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2026.

Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian antara lain tepung mocaf, biji ketapang, ragi roti, air, garam, gula pasir, telur, margarin, psyllium husk dan aquades.

Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk penelitian antara lain blender, pengayakan, alu mortal, pisau, spatula, mangkuk, sendok, loyang, kain bersih, aluminium foil, oven, mixer, tabung, cawan, timbangan analitik, sarung tangan, desikator, jangka sorong, tannur, vorteks dan centrifuge.

Rancangan Penelitian

Adapun rancangan penelitian yang dilakukan adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap) adalah rancangan yang bersifat homogen, dengan tidak terpengaruh oleh banyak faktor disekitarnya. RAL umumnya dilakukan di laboratorium.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan ialah rancangan faktorial dengan empat perlakuan yang dilakukan sebanyak dua kali ulangan. Perlakuan yang diterapkan meliputi persentase tepung mocaf, tepung biji ketapang, serta suhu pengovenan sebagai berikut:

Faktor I : Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang :

MK1 = Tepung Mocaf 100% Tepung Biji Ketapang 0%

MK2 = Tepung Mocaf 95% Tepung Biji Ketapang 5%

MK3 = Tepung Mocaf 90% Tepung Biji Ketapang 10%

MK4 = Tepung Mocaf 85% Tepung Biji Ketapang 15%

Faktor II : Suhu Pengovenan

SP1 = Suhu Pengovenan 160°C

SP2 = Suhu Pengovenan 170°C

SP3 = Suhu Pengovenan 180°C

SP4 = Suhu Pengovenan 190°C

Jumlah kombinasi perlakuan (T_c) diperoleh sebesar $4 \times 4 = 16$, sehingga jumlah ulangan percobaan (r) dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$T_c (r-1) \geq 15$$

$$16 (r-1) \geq 15$$

$$16r - 16 \geq 15$$

$$16r \geq 31$$

$$r \geq 1,937 \dots \dots \dots \text{dibulatkan menjadi } r = 2$$

Untuk meningkatkan ketelitian dalam penelitian, setiap perlakuan diulang sebanyak dua kali ulangan.

Model Rancangan Penelitian

Penelitian ini dikerjakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan model sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana:

Y_{ijk} : Pengamatan pada faktor MK dan faktor SP pada taraf ke-j dengan ulangan ke-k.

μ : Rataan umum

α_i : Pengaruh faktor MK pada taraf ke-i.

β_j : Pengaruh faktor SP pada taraf ke-j.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Pengaruh interaksi faktor MK pada taraf ke-I dan faktor SP pada taraf ke-j.

ϵ_{ijk} : Pengaruh galat dari faktor MK pada taraf ke-I dan faktor SP pada taraf ke-j dalam ulangan ke-k.

Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan program *Statistical Analysis System* (SAS). Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan kegiatan, yakni pembuatan tepung biji ketapang, pembuatan roti, serta pengujian sampel. Adapun rincian pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

Pembuatan Tepung Biji Ketapang

1. Timbang biji ketapang sebanyak 500gr
2. Kemudian keringkan biji ketapang menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 5 jam.

3. Biji ketapang kering dihaluskan menggunakan alu dan mortal.
4. Dilakukan proses pengayakan menggunakan ayakan 40 mesh untuk memperoleh ukuran partikel tepung yang seragam.

Pembuatan Roti

1. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Aktifkan ragi, campur 3gr ragi + 5gr gula pasir + 30ml air hangat, diamkan 10 menit sampai berbuih.
3. Timbang 3gr psyllium husk campurkan dengan 30ml air hangat, dan diamkan selama 10 menit hingga membentuk gel.
4. Mixer pertama (adonan dikocok hingga pucat dan mengembang) kocok 35gr telur + 20gr gula pasir sampai berwarna putih pucat dan sedikit mengembang (menggunakan mixer kecepatan sedang).
5. Gabungkan semua bahan, masukkan campuran tepung ke dalam adonan telur-gula tadi, lalu tambahkan gel psyllium dan larutan ragi. Aduk hingga membentuk adonan kasar.
6. Uleni adonan hingga setengah kalis, setelah itu, tambahkan margarin 10gr, uleni lagi selama 8-10 menit sampai adonan elastis dan lembut.
7. Melakukan proses *proofing* pertama dengan menutup adonan, kemudian mendiamkannya selama ± 1 jam atau hingga volume adonan mengembang dua kali lipat.
8. Mengempiskan adonan, kemudian membentuknya sesuai keinginan, lalu mendiamkannya kembali selama ± 30 menit pada proses *proofing* kedua.
9. Panaskan oven terlebih dahulu hingga suhu yang di inginkan sesuai.
10. Panggang adonan selama 30 menit.

Parameter Penelitian

Pengamatan dan analisis parameter meliputi uji kadar air, kadar abu, uji organoleptik (aroma, rasa, warna, dan tekstur), serta uji daya kembang dan daya serap air. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. **Kadar Air** (Sudarmadji dkk., 1997)

Kadar air ditentukan menggunakan metode gravimetri. Cawan kosong yang telah dikeringkan di dalam oven terlebih dahulu ditimbang. Sampel sebanyak ± 2 gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan tersebut, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Selanjutnya, kadar air dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

Berat Awal = Berat cawan + Sampel awal

Berat akhir = Berat cawan + Berat kering

2. **Kadar Abu** (Sudarmadji dkk., 1997)

Sampel sebanyak ± 2 gram ditimbang dalam cawan kosong, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Setelah itu, sampel didinginkan dan ditimbang untuk mendapatkan berat kering. Selanjutnya, sampel diabukan dalam tanur pada suhu $\pm 600^{\circ}\text{C}$ selama kurang lebih 3 jam hingga terbentuk abu berwarna putih keabu-abuan. Cawan kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali. Kadar abu dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{Berat Abu (g)}}{\text{Berat sampel (g)}} \times 100\%$$

3. Uji Organoleptik Aroma (Augustyn dkk., 2017).

Uji organoleptik aroma dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan terhadap produk yang dihasilkan. Penilaian dilakukan oleh 10 panelis, yang masing-masing memberikan skor berdasarkan tingkat kesukaannya. Uji aroma ini menggunakan skala penilaian seperti yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. Tingkat Penilaian terhadap Aroma

Skala Hedronik	Skala Numerik
Sangat Suka	4
Suka	3
Sedikit Suka	2
Tidak Suka	1

4. Uji Organoleptik Rasa (Winarno, 1991)

Rasa adalah salah satu parameter penting dalam penilaian produk pangan yang melibatkan indera pengecap, yakni lidah. Pengujian dilakukan secara inderawi (organoleptik) dan dinyatakan dalam bentuk skala numerik. Uji rasa roti dilakukan menggunakan metode hedonik atau uji kesukaan, dengan melibatkan 10 panelis yang memberikan penilaian sesuai skala pada tabel berikut:

Tabel 5. Tingkat Penilaian terhadap Rasa

Skala Hedronik	Skala Numerik
Sangat Suka	4
Suka	3
Sedikit Suka	2
Tidak Suka	1

5. Uji Organoleptik Warna (Soekarto, 1985)

Uji organoleptik warna pada roti dilakukan menggunakan metode uji kesukaan (hedonik). Pengujian dilakukan dengan melibatkan 10 orang panelis yang memberikan penilaian berdasarkan skala yang telah ditentukan pada tabel berikut:

Tabel 6. Tingkat Penilaian terhadap Warna

Skala Hedronik	Skala Numerik
Sangat Suka	4
Suka	3
Sedikit Suka	2
Tidak Suka	1

6. Uji Organoleptik Tekstur (Soekarto, 1985)

Uji organoleptik tekstur pada roti dilakukan dengan menggunakan metode uji hedonik untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis. Penilaian dilakukan oleh 10 orang panelis yang memberikan skor berdasarkan skala penilaian yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 7. Tingkat Penilaian terhadap Tekstur

Skala Hedronik	Skala Numerik
Sangat Suka	4
Suka	3
Sedikit Suka	2
Tidak Suka	1

7. Uji Daya Kembang (Fransiska, 2021)

Daya kembang didefinisikan sebagai perbandingan antara peningkatan volume roti tawar dengan volume awal adonan. Volume adonan awal diukur menggunakan penggaris dan dinyatakan sebagai V1, sementara volume roti setelah pemanggangan dinyatakan sebagai V2. Hasil pengukuran volume dinyatakan dalam satuan cm. Perhitungan daya kembang roti tawar adalah sebagai berikut:

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

Keterangan :

V_1 = Volume adonan sebelum fermentasi

V_2 = Volume adonan setelah fermentasi

8. Uji Daya Serap Air (Valdez-Niebla dkk., 1993) dan (Ju dan Mittal, 1995)

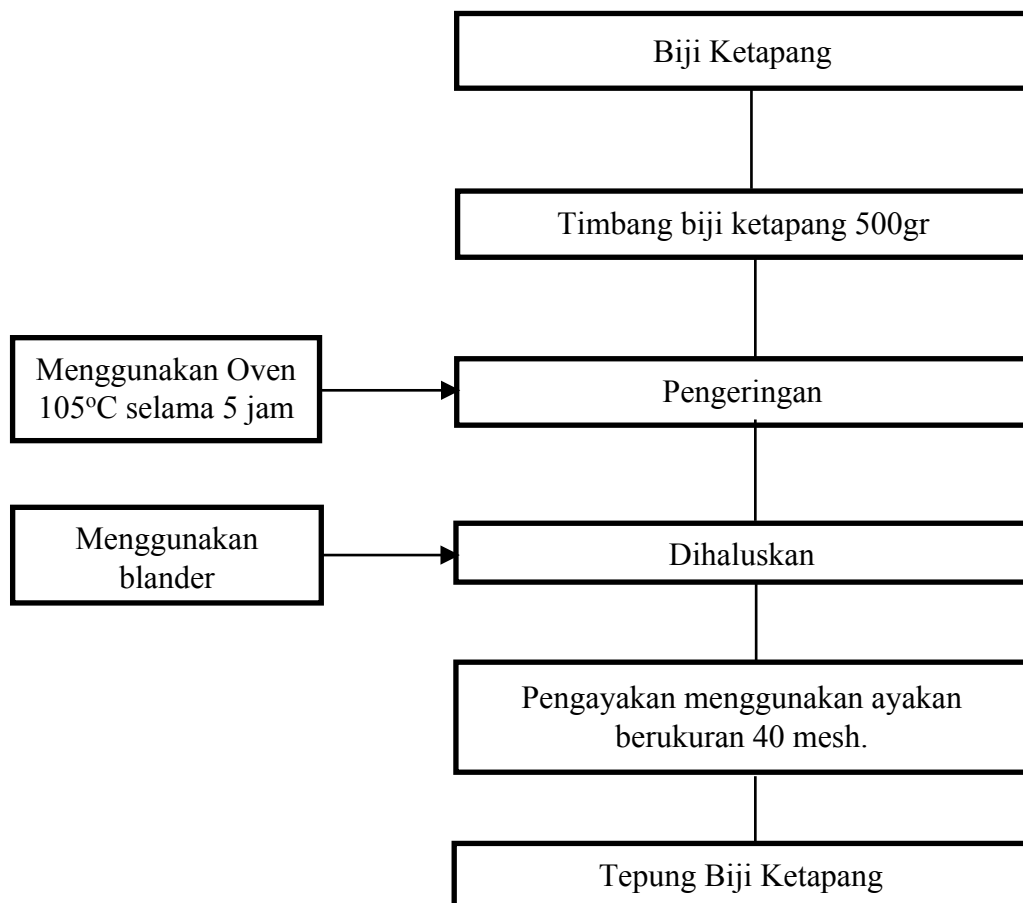
Analisis daya serap air dimodifikasi dari Valdez-Niebla dkk. (1993) dan Ju dan Mittal (1995). Sampel roti sebanyak 1 gram ditambahkan 10 mL akuades, kemudian divorteks selama 2 menit dan didiamkan selama 15 menit. Selanjutnya, sampel disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 25 menit. Supernatan kemudian dipisahkan, dan sampel ditimbang kembali. Selisih antara berat sampel setelah penyerapan air dan berat sampel kering per 100 gram menunjukkan jumlah air yang terserap oleh roti. Daya serap air dinyatakan dalam bentuk persentase. Adapun perhitungan daya serap air adalah sebagai berikut:

$$\text{Daya Serap \%} = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

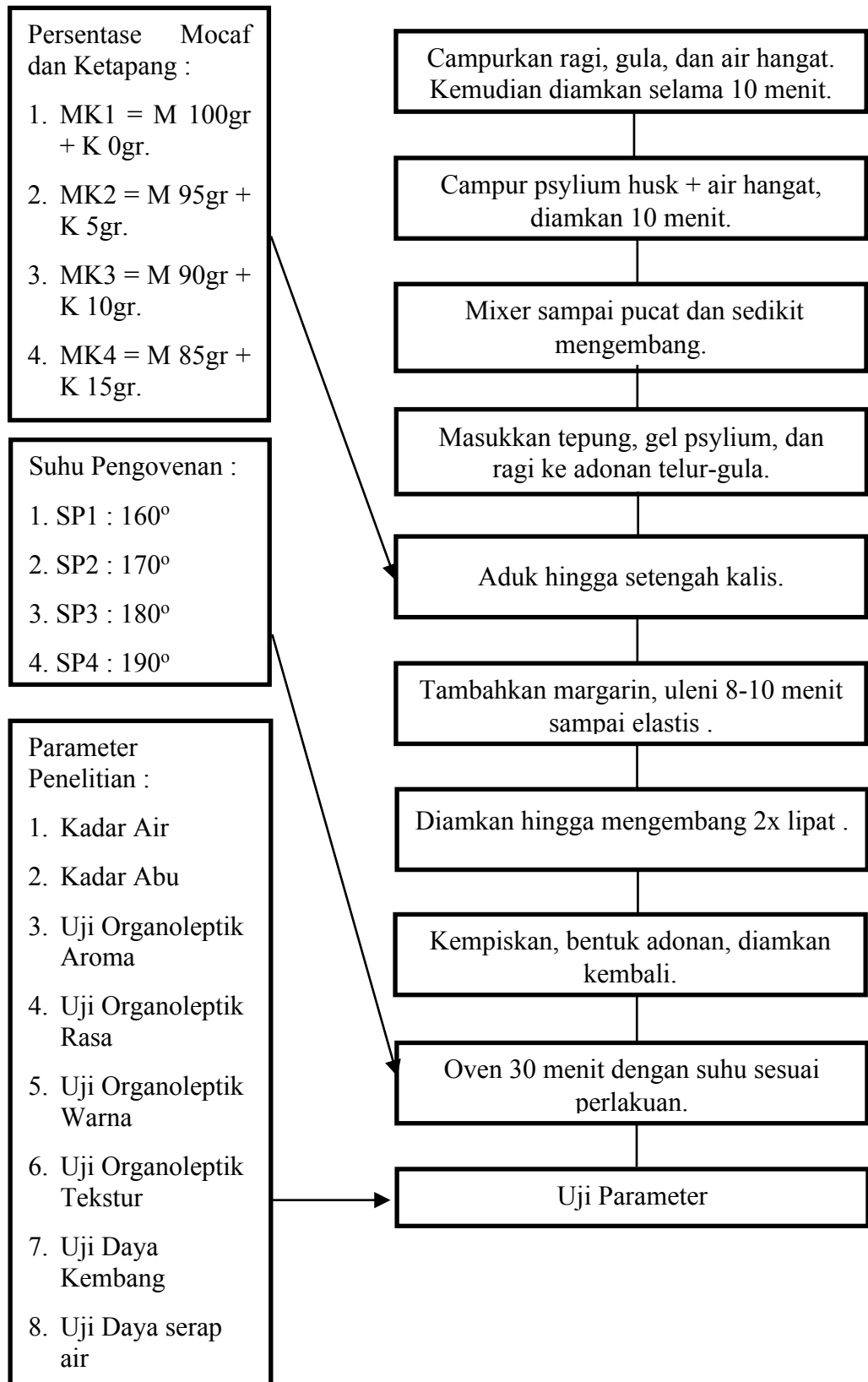
Keterangan :

A = Berat sampel sebelum perendaman

B = Berat sampel setelah perendaman



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Biji Ketapang



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Roti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik pada produk roti, secara umum menunjukkan bahwa perbandingan tepung mocaf dan tepung biji ketapang memberikan pengaruh terhadap parameter yang diuji. Analisis data yang dilakukan meliputi pengujian kadar air, kadar abu, daya kembang, daya serap air, serta uji organoleptik yang terdiri atas aroma, rasa, warna, dan tekstur dengan melibatkan 10 orang panelis.

Tabel 8. Pengaruh Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang.

Mocaf Ketapang	Kadar Abu (%)	Kadar air (%)	Daya Kembang (%)	Daya Serap (%)	Organoleptik			
					Aro ma	Rasa	War na	Tek stur
MK1	0.81	35.24	40.79	51.46	2.99	3.30	3.19	3.15
MK2	0.83	34.86	42.50	52.69	3.10	3.40	3.14	3.23
MK3	0.85	34.54	42.88	58.21	3.17	3.33	3.19	3.30
MK4	0.88	34.06	43.99	59.74	3.18	3.38	3.07	3.35

Berdasarkan Tabel 8, pengaruh persentase tepung mocaf dan tepung biji ketapang terhadap berbagai parameter penelitian menunjukkan bahwa kadar abu, daya kembang, daya serap, serta penilaian organoleptik aroma dan tekstur mengalami peningkatan, sedangkan pada kadar air mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya penambahan tepung biji ketapang. Hal ini menunjukkan bahwa kadar abu, kadar air, daya kembang, daya serap, serta organoleptik aroma dan tekstur berbeda sangat nyata. Sementara itu, pada organoleptik rasa dan warna terdapat perbedaan tingkat kesukaan. Rata-rata tertinggi pada uji organoleptik rasa diperoleh pada perlakuan MK2, sedangkan pada uji organoleptik warna, nilai rata-rata tertinggi ditemukan pada perlakuan MK1 dan MK3.

Suhu pengovenan memberikan pengaruh terhadap parameter yang diamati. Rata-rata hasil pengamatan terkait pengaruh suhu pengovenan pada setiap parameter disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hubungan Suhu Pengovenan dengan Parameter yang Diamati.

Suhu Pengovenan	Kadar Abu (%)	Kadar Air (%)	Daya Kembang (%)	Daya Serap (%)	Organoleptik			
					Aroma	Rasa	Warna	Tekstur
SP1	0.76	36.66	38.80	44.06	2.82	3.22	3.30	2.87
SP2	0.80	35.48	42.23	49.05	2.99	3.23	3.08	3.16
SP3	0.86	34.41	43.27	58.01	3.19	3.50	3.24	3.41
SP4	0.95	32.16	45.86	70.98	3.44	3.46	2.98	3.60

Berdasarkan Tabel 9, terlihat bahwa pengaruh suhu pengovenan menyebabkan penurunan pada kadar air, sedangkan kadar abu, daya kembang, daya serap, serta penilaian organoleptik aroma dan tekstur mengalami peningkatan pada setiap perlakuan. Sementara itu, pada uji organoleptik rasa dan warna terdapat perbedaan tingkat kesukaan. Rata-rata tertinggi pada uji organoleptik rasa ditemukan pada perlakuan SP3, sedangkan pada uji organoleptik warna, nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan SP1.

Adapun parameter uji yang dimaksud adalah sebagai berikut: Pada bagian ini akan diuraikan parameter-parameter pengujian yang digunakan dalam penelitian ini. Adapun parameter uji tersebut adalah sebagai berikut:

Kadar Abu

Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang

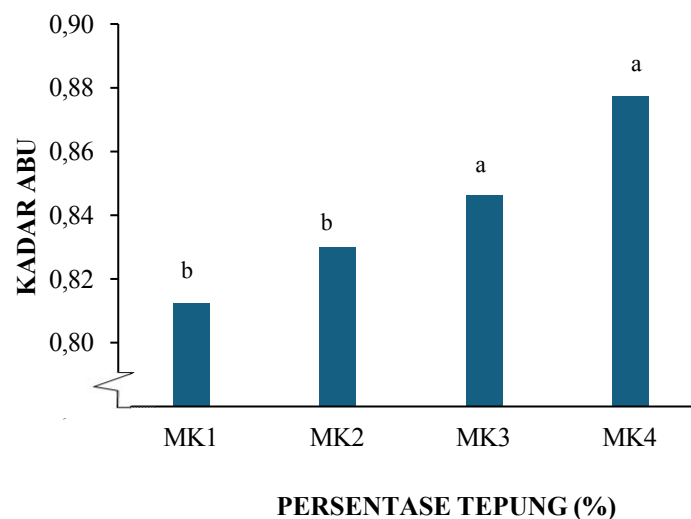
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 1), diketahui bahwa persentase mocaf dan ketapang memiliki pengaruh yang berbeda nyata, dengan ($p < 0,01$) terhadap kadar abu, Tabel 13, menunjukkan hasil uji beda rata-rata yang digunakan untuk mengukur tingkat perbedaan tersebut :

Tabel 10. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Kadar Abu Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
MK1	0.81	–	–	–	b	B
MK2	0.83	2	0.024	0.034	b	A
MK3	0.85	3	0.026	0.035	a	A
MK4	0.88	4	0.026	0.036	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 10, persentase tepung mocaf dan biji ketapang memberikan pengaruh nyata terhadap kadar abu roti. Perlakuan MK3 (0,85%) dan MK4 (0,88%) berbeda sangat nyata dibandingkan dengan MK1 (0,81%) dan MK2 (0,83%). Secara umum, peningkatan persentase tepung biji ketapang yang digunakan diikuti oleh meningkatnya kadar abu roti. Hal ini diduga disebabkan oleh kandungan mineral alami yang terdapat pada kedua bahan tersebut, yang berkontribusi terhadap peningkatan kadar abu pada produk. Untuk penjelasan lebih lanjut, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Kadar Abu.

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa peningkatan perlakuan menyebabkan kenaikan kadar abu pada produk. Kecenderungan tersebut memperlihatkan hubungan positif antara tingkat perlakuan dan besarnya kadar abu yang dihasilkan. Meningkatnya kadar abu ini diduga karena semakin meningkatnya persentase bahan substitusi yang memiliki kandungan mineral lebih tinggi dibanding bahan utama, sehingga proporsi abu dalam produk semakin besar. Selain itu, kadar abu juga menggambarkan kandungan mineral yang ada, sehingga semakin tinggi kandungan mineral yang terdapat pada bahan, maka semakin tinggi pula kadar abu yang dihasilkan.

Kadar abu pada bahan pangan menggambarkan total kandungan mineral yang terdapat di dalamnya. Abu merupakan residu yang tersisa setelah bahan pangan mengalami proses pembakaran sempurna, di mana komponen organik terurai, sedangkan hanya unsur mineral yang tetap tertinggal. Hal ini sesuai dengan pendapat Handayani (2020) yang menyatakan bahwa kadar abu diperoleh melalui proses pengabuan untuk menguraikan senyawa organik sehingga yang tersisa hanya mineral.

Suhu Pengovenan

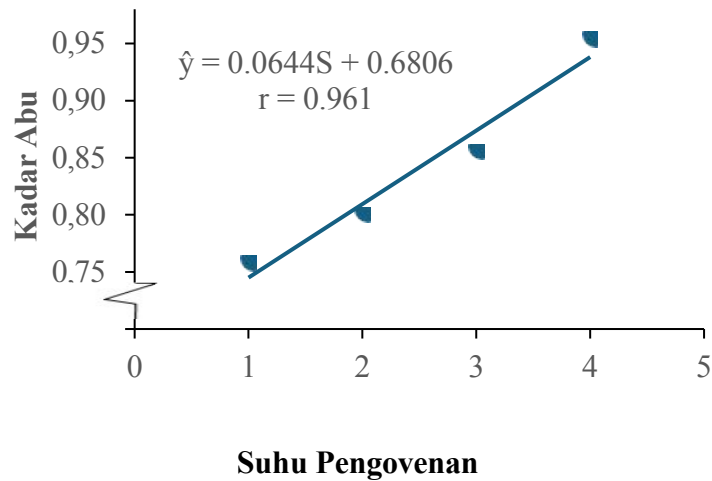
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 1, diketahui bahwa suhu pengovenan berpengaruh sangat nyata terhadap parameter pengamatan, dengan nilai signifikansi $p < 0,01$. Perbedaan pengaruh antar perlakuan suhu tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan uji beda rata-rata untuk mengetahui tingkat perbedaan antar perlakuan secara lebih rinci. Hasil uji tersebut disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Kadar Abu Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
SP1 = 160	0.76	–	–	–	d	D
SP2 = 170	0.80	2	0.024	0.034	c	C
SP3 = 180	0.86	3	0.026	0.035	b	B
SP4 = 190	0.95	4	0.026	0.036	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 11, suhu pengovenan berpengaruh nyata terhadap kadar abu roti. Perlakuan (SP1) 160°C dengan rata-rata 0,76%, yang berarti berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya. Peningkatan suhu ke 170°C (SP2) menghasilkan kadar abu 0,80%, lalu meningkat lagi pada suhu 180°C (SP3) sebesar 0,86%, dan kadar abu tertinggi terdapat pada suhu 190°C (SP4) yaitu 0,95%. Perbedaan notasi tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan suhu pengovenan memberikan perbedaan sangat nyata pada kadar abu baik pada taraf 5% maupun 1%. Secara umum, Semakin tinggi suhu pengovenan, maka kadar abu yang dihasilkan cenderung semakin meningkat, hal ini diduga akibat proses penguapan air yang lebih besar sehingga zat mineral yang tertinggal dalam produk menjadi lebih terkonsentrasi. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Suhu Pengovenan pada Kadar Abu.

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa peningkatan suhu pengovenan diikuti oleh peningkatan kadar abu pada produk. Hal ini ditunjukkan oleh garis regresi linear dengan persamaan $\hat{y} = 0.0644S + 0.6806$. Selain itu, diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,961. Nilai korelasi yang mendekati 1 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara suhu pengovenan dan kadar abu, sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan suhu pengovenan cenderung diikuti oleh peningkatan kadar abu.

Kadar abu dalam bahan pangan mencerminkan jumlah mineral yang terdapat di dalamnya. Abu adalah residu yang dihasilkan dari proses pembakaran sempurna bahan pangan, ketika senyawa organik telah terurai sehingga hanya komponen mineral yang tertinggal. Pernyataan ini didukung oleh Richana dkk., (2020) yang menyebutkan bahwa kadar abu menggambarkan kandungan mineral dalam suatu bahan. Semakin tinggi kadar abu, maka semakin tinggi pula jumlah mineral yang tersisa.

Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Kadar Abu.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 2), interaksi antara perlakuan kombinasi persentase tepung (tepung mocaf dan tepung biji ketapang) dengan suhu pengovenan terhadap kadar abu tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa kedua faktor tersebut tidak saling berinteraksi secara signifikan dalam memengaruhi kadar abu. Meskipun demikian, pengaruh masing-masing faktor secara tunggal masih menunjukkan perbedaan yang dapat diamati terhadap kadar abu. Oleh karena itu, analisis selanjutnya difokuskan pada pengaruh perlakuan tunggal, sedangkan efek interaksi tidak dilanjutkan pengujiannya.

Kadar Air

Persentase Tepung Mocaf dan Ketapang

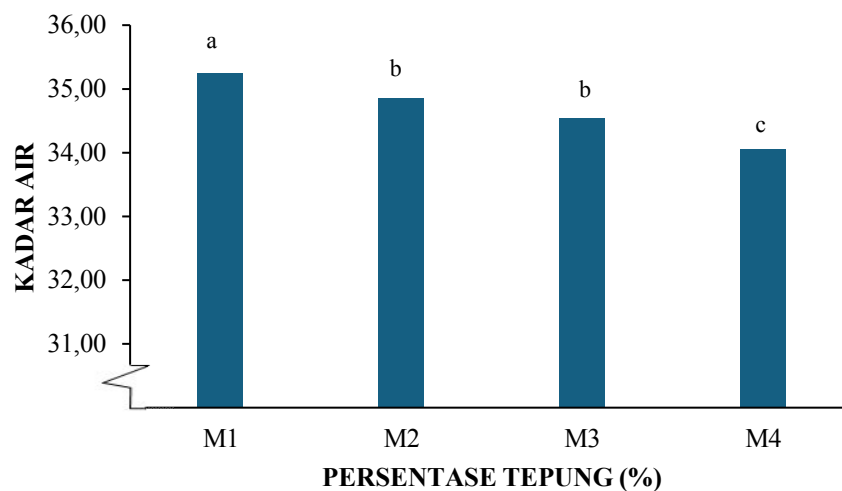
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 3, diketahui bahwa persentase tepung mocaf dan biji ketapang memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$). Selanjutnya, hasil uji beda rata-rata yang digunakan untuk mengetahui tingkat perbedaan disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Kadar Air Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
MK1	35.24	–	–	–	a	A
MK2	34.86	2	0.337	0.464	b	B
MK3	34.54	3	0.353	0.484	b	B
MK4	34.06	4	0.364	0.497	c	C

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 12, perlakuan MK1 memiliki kadar air tertinggi yaitu 35,24%, sedangkan perlakuan MK4 menunjukkan kadar air terendah yaitu 34,06%. Hasil uji beda rata-rata menunjukkan bahwa MK1 berbeda sangat nyata dengan seluruh perlakuan lainnya (MK2, MK3, dan MK4). Sementara itu, MK2 dan MK3 tidak berbeda nyata, namun keduanya berbeda sangat nyata dengan MK4. Penurunan kadar air tersebut diduga terjadi karena semakin tinggi penambahan tepung biji ketapang, maka kandungan lemak dalam adonan juga meningkat. Lemak bersifat hidrofobik (tidak menyukai air), sehingga kemampuan adonan dalam mengikat dan mempertahankan air menjadi semakin rendah. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Kadar Air.

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa peningkatan persentase tepung mocaf dan biji ketapang diikuti oleh penurunan kadar air pada produk. Hasil tersebut mengindikasikan adanya korelasi negatif yang sangat kuat antara perlakuan dan kadar air, yang berarti bahwa peningkatan konsentrasi tepung biji ketapang menyebabkan penurunan kadar air produk. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh tingginya kandungan lemak pada biji ketapang yang bersifat hidrofobik, sehingga menghambat penyerapan air dalam adonan. Hal tersebut menyebabkan kemampuan adonan dalam mempertahankan air menurun dan kadar air produk akhir menjadi lebih rendah.

Kadar air pada bahan pangan menggambarkan jumlah kandungan air yang terdapat di dalam bahan tersebut. Tingginya kadar air pada produk pangan dapat memengaruhi tekstur, daya simpan, serta aktivitas mikroorganisme, sehingga perubahan kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam pengolahan pangan. Hal ini sesuai dengan Daud *dkk.*, (2020) Semakin tinggi kadar air suatu bahan, maka tingkat kerusakan yang terjadi juga semakin besar akibat aktivitas biologis maupun reaksi fisikokimia.

Suhu Pengovenan

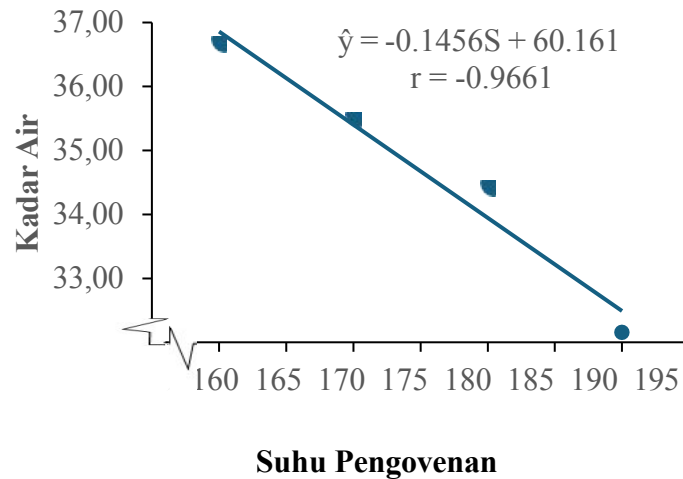
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 3, suhu pengovenan terbukti memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Adapun hasil uji beda rata-rata untuk melihat perbedaan antar perlakuan disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Kadar Air Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
SP1 = 160	36.66	–	–	–	a	A
SP2 = 170	35.48	2	0.337	0.464	b	B
SP3 = 180	34.41	3	0.353	0.484	c	C
SP4 = 190	32.16	4	0.364	0.497	d	D

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Tabel 13 menunjukkan bahwa perlakuan SP1 berbeda sangat nyata dibandingkan dengan SP2, SP3, dan SP4. Perlakuan SP2 juga menunjukkan perbedaan yang sangat nyata terhadap SP3 dan SP4, sedangkan SP3 berbeda sangat nyata dengan SP4. Nilai rata-rata kadar air tertinggi terdapat pada SP1, yaitu sebesar 35,66%, sedangkan nilai terendah terdapat pada SP4, yaitu sebesar 32,16%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa suhu pengovenan berpengaruh terhadap kadar air produk, di mana peningkatan suhu pengovenan menyebabkan kadar air pada produk cenderung menurun. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Suhu Pengovenan pada Kadar Air.

Gambar 6 mengindikasikan bahwa kenaikan suhu pengovenan berkontribusi nyata terhadap penurunan kadar air pada produk. Hal ini ditunjukkan oleh persamaan regresi linear $\hat{y} = -0,1456S + 60,161$ dengan nilai korelasi $r = -0,9661$ yang mengindikasikan hubungan negatif sangat kuat antara suhu pengovenan dan kadar air. Dengan demikian, semakin tinggi suhu pengovenan, kadar air produk cenderung menurun, yaitu dari 36,66% pada suhu 160°C hingga 32,16% pada suhu 190°C.

Penurunan kadar air ini diduga terjadi karena semakin tinggi suhu pengovenan, semakin besar energi panas yang diterima produk, sehingga proses evaporasi air berlangsung lebih cepat dan intensif. Akibatnya, jumlah air yang tertinggal dalam produk semakin sedikit. Menurut Nuraisyah (2022) peningkatan suhu pemanasan menyebabkan laju penguapan air semakin tinggi sehingga kadar air bahan pangan cenderung menurun. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian suhu pengovenan menjadi faktor penting untuk menentukan kadar air akhir produk, yang nantinya akan berpengaruh terhadap tekstur, daya simpan, serta untuk keseluruhan produk.

Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Kadar Air .

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 4), interaksi antara perlakuan kombinasi persentase tepung (tepung mocaf dan tepung biji ketapang) dengan suhu pengovenan terhadap kadar air tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa kedua faktor tersebut tidak saling berinteraksi secara signifikan dalam memengaruhi kadar air. Meskipun demikian, masing-masing faktor secara tunggal masih menunjukkan perbedaan yang dapat diamati terhadap kadar air. Oleh karena itu, analisis selanjutnya difokuskan pada pengaruh perlakuan tunggal, sedangkan pengujian interaksi tidak dilanjutkan.

Daya Kembang

Persentase Tepung Mocaf dan Ketapang

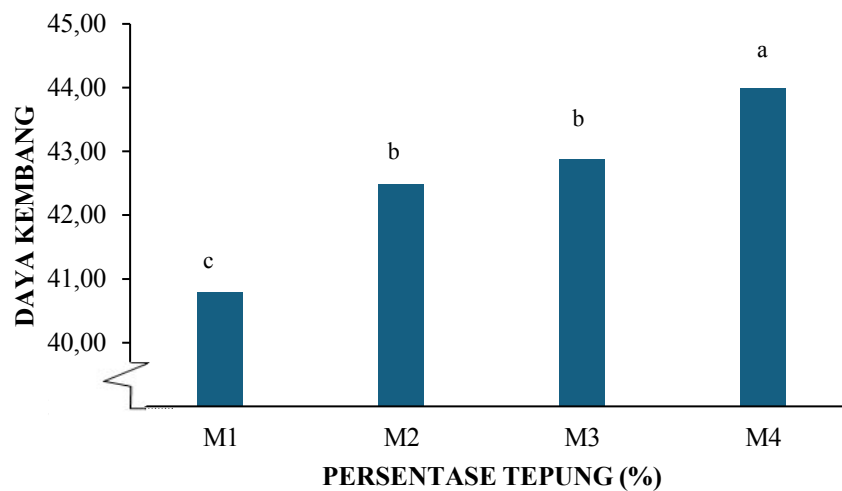
Berdasarkan analisis sidik ragam pada Lampiran 5, persentase tepung mocaf dan biji ketapang terbukti berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap daya kembang. Hasil uji beda rata - rata untuk mengidentifikasi perbedaan antar perlakuan disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Daya Kembang Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
MK1	40.79	–	–	–	c	C
MK2	42.50	2	0.691	0.952	b	B
MK3	42.88	3	0.725	0.993	b	B
MK4	43.99	4	0.746	1.020	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$

Pada Tabel 14, MK1 menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan MK2 dan MK3 tidak berbeda nyata, dan MK4 berbeda nyata terhadap ketiga perlakuan lainnya. Daya kembang terendah terdapat pada MK1 (40,79%), sementara tertinggi pada MK4 (43,99%). Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan tepung biji ketapang cenderung meningkatkan daya kembang roti yang dihasilkan. Penjelasan lebih rinci disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Daya Kembang.

Berdasarkan Gambar 7, terlihat bahwa peningkatan persentase tepung biji ketapang memberikan pengaruh positif terhadap daya kembang produk. Pola tersebut mengindikasikan adanya hubungan positif yang sangat kuat antara perlakuan dan daya kembang. Artinya, semakin tinggi konsentrasi bahan substitusi yang digunakan, maka daya kembang produk cenderung meningkat, yaitu dari 40,79% pada persentase terendah hingga mencapai 43,99% pada persentase tertinggi.

Peningkatan daya kembang ini diduga berkaitan dengan sifat pati pada tepung mocaf yang mampu menyerap air dan mengalami gelatinisasi saat pemanggangan, sehingga menghasilkan struktur yang lebih mengembang. Penambahan tepung biji ketapang yang kaya akan protein dan serat juga dapat berperan dalam memperkuat struktur adonan, sehingga udara yang terperangkap selama proses pengovenan lebih stabil dan menghasilkan volume produk yang lebih besar. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Arifin dkk (2023) yang menyebutkan bahwa daya kembang roti merupakan kemampuan roti dalam mengalami perubahan ukuran pada tahap proofing hingga setelah pemanggangan.

Suhu Pengovenan

Berdasarkan analisis sidik ragam pada Lampiran 5, suhu pengovenan terbukti memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap daya kembang roti. Adapun hasil uji beda rata-rata untuk mengidentifikasi perbedaan antar perlakuan disajikan pada Tabel 15.

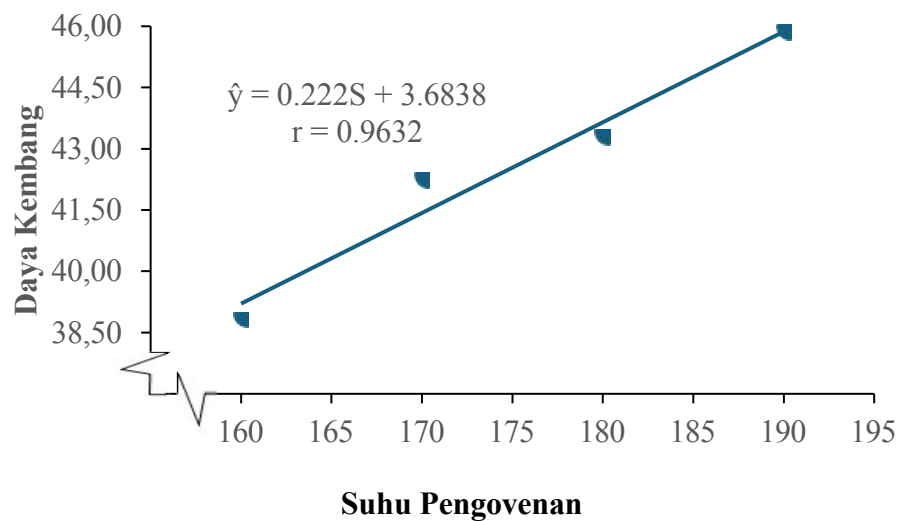
Tabel 15. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Daya Kembang Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
SP1 = 160	38.80	–	–	–	d	D
SP2 = 170	42.23	2	0.691	0.952	c	C
SP3 = 180	43.27	3	0.725	0.993	b	B
SP4 = 190	45.86	4	0.746	1.020	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 15, terlihat bahwa perlakuan suhu pengovenan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap daya kembang roti. Perlakuan SP1 (160°C) berbeda sangat nyata dengan SP2, SP3, dan SP4.

Perlakuan SP2 juga berbeda sangat nyata dengan SP3 dan SP4, sedangkan SP3 berbeda sangat nyata dengan SP4. Nilai daya kembang terendah diperoleh pada suhu 160°C yaitu sebesar 38,80%, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada suhu 190°C yaitu sebesar 45,86%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan suhu pengovenan cenderung meningkatkan daya kembang roti. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Suhu Pengovenan pada Daya Kembang Roti.

Berdasarkan Gambar 8. dapat dilihat bahwa peningkatan suhu pengovenan berpengaruh positif terhadap daya kembang roti. Hal ini ditunjukkan oleh persamaan regresi linear $\hat{y} = 0,222S + 3,6838$ dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,9632$ yang menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat. Seiring meningkatnya suhu dari 160°C hingga 190°C, daya kembang roti meningkat dari sekitar 38,80% hingga mencapai 45,86%. Meningkatnya daya kembang pada suhu tinggi berkaitan dengan kemampuan adonan menahan gas CO₂ hasil fermentasi ragi. Meskipun formulasi roti tidak menggunakan gluten, penambahan psyllium husk mampu membentuk gel kental yang berperan menyerupai jaringan gluten. Serat

larut dalam psyllium husk dapat menyerap air dalam jumlah tinggi dan membentuk matriks viskoelastis sehingga gas hasil fermentasi tetap terperangkap selama pengembangan adonan dan proses pemanggangan.

Pada suhu pengovenan yang lebih tinggi, gelatinisasi pati berlangsung lebih cepat dan serat psyllium menjadi lebih stabil sehingga dapat memperkuat struktur adonan. Hal ini berdampak pada peningkatan volume pengembangan roti. Menurut Sari & Pratama (2024), penggunaan hidrokolloid seperti psyllium husk mampu meningkatkan tekstur dan volume roti bebas gluten dengan cara memperbaiki kapasitas penahanan gas serta kelembutan di dalam roti.

Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Daya Kembang Roti.

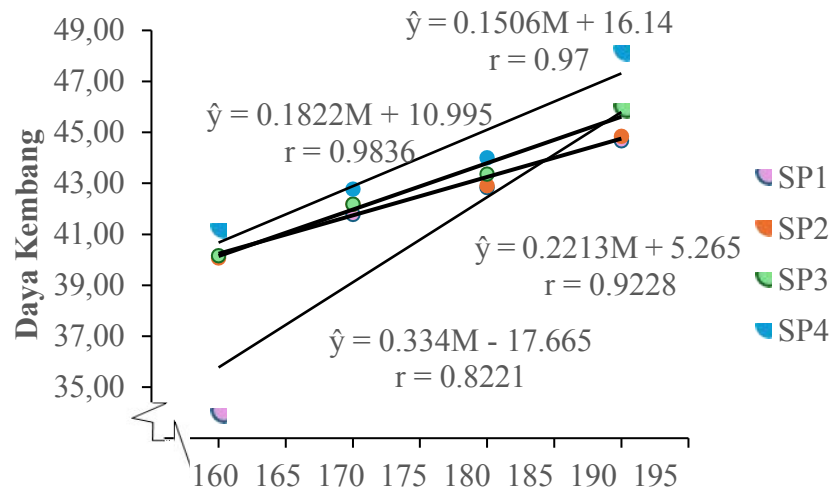
Berdasarkan analisis sidik ragam pada Lampiran 6, interaksi antara persentase tepung mocaf, tepung biji ketapang, dan suhu pengovenan menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap daya kembang roti. Adapun hasil uji beda rata - rata untuk mengetahui perbedaan tersebut disajikan pada Tabel 16.

Tabeli 16. Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang, dan Suhu Pengovenan terhadap Daya Kembang Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.050	0.01
M1S1	33.88	–	–	–	i	H
M1S2	40.06	2	1.382	1.905	h	G
M1S3	40.15	3	1.450	1.986	g	G
M1S4	41.12	4	1.492	2.040	f	F
M2S1	41.77	5	1.520	2.079	e	E
M2S2	42.18	6	1.541	2.108	e	D
M2S3	42.18	7	1.557	2.131	e	D
M2S4	42.77	8	1.569	2.150	e	D
M3S1	42.83	9	1.578	2.165	e	C
M3S2	42.90	10	1.585	2.178	e	C
M3S3	43.36	11	1.590	2.189	d	C
M3S4	43.99	12	1.595	2.199	c	B
M4S1	44.66	13	1.598	2.206	b	B
M4S2	44.84	14	1.600	2.213	b	B
M4S3	45.83	15	1.601	2.219	b	B
M4S4	48.09	16	1.603	2.225	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Tabel 16 menunjukkan bahwa perlakuan MK4S4 menghasilkan nilai tertinggi yaitu 48,09, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan MK1S1 yaitu 33,88. Uraian lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 9.



Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Daya Kembang Roti.

Gambar 9. Hubungan Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Daya Kembang Roti.

Pada gambar 9, menunjukkan bahwa kombinasi persentase tepung mocaf, tepung biji ketapang, serta variasi suhu pengovenan berpengaruh nyata terhadap daya kembang roti. Secara umum, peningkatan suhu pengovenan dari 160°C hingga 190°C cenderung meningkatkan daya kembang roti pada seluruh perlakuan (SP1–SP4), dengan nilai korelasi (r) yang tinggi pada setiap persamaan regresi (0,8221–0,9836), menunjukkan adanya hubungan kuat antara perlakuan dan respons daya kembang.

Perlakuan SP4 (kombinasi persentase tertinggi) menghasilkan daya kembang terbesar, mencapai 48,09 pada suhu 190°C. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan persentase tepung mocaf yang semakin rendah dan biji ketapang yang semakin tinggi mampu memperkuat struktur adonan, terutama karena dukungan psyllium husk sebagai gluten pengganti. Psyllium husk berperan membentuk matriks gel yang viskoelastis, sehingga gas hasil fermentasi dapat terperangkap lebih baik selama proses proofing dan pemanggangan. Sementara

itu, SP1 menunjukkan daya kembang paling rendah pada seluruh variasi suhu, terutama pada suhu 160°C dengan nilai 33,88. Rendahnya daya kembang ini disebabkan oleh tidak adanya tepung biji ketapang, sehingga kemampuan membentuk struktur penahan gas lebih terbatas.

Psyllium husk digunakan sebagai pengganti gluten karena mampu membentuk matriks gel yang bersifat viskoelastis, sehingga gas hasil fermentasi dapat terperangkap dengan lebih baik selama proses proofing dan pemanggangan. Hal tersebut diperkuat oleh Irnawaty dkk (2018) yang menyatakan bahwa psyllium husk (PH) merupakan serat larut yang berasal dari sekam biji *Plantago ovata Forsk* yang dapat membentuk gel dan meningkatkan viskoelastisitas adonan, sehingga berperan dalam optimalisasi volume roti.

Daya Serap Roti

Persentase Tepung Mocaf dan Ketapang

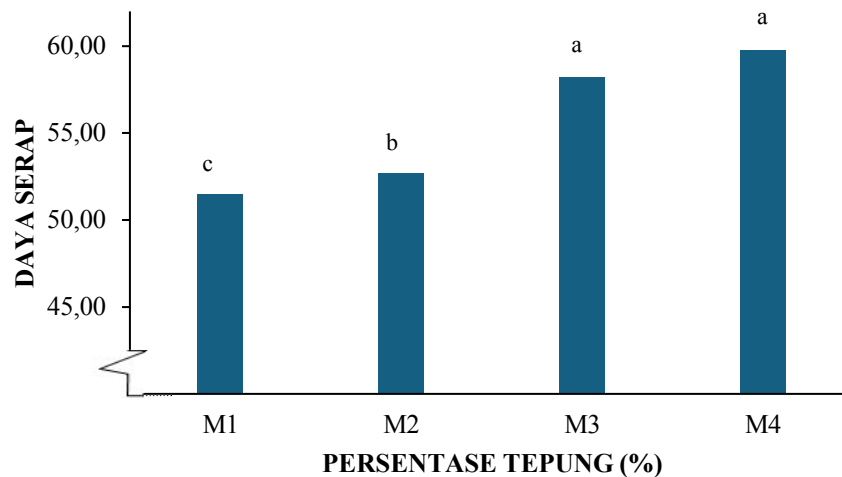
Berdasarkan analisis sidik ragam pada Lampiran 7, persentase tepung mocaf dan biji ketapang terbukti berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$). Adapun hasil uji beda rata-rata untuk mengidentifikasi perbedaan antar perlakuan disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Daya Serap Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
MK1	51.46	–	–	–	c	C
MK2	52.69	2	0.486	0.669	b	B
MK3	58.21	3	0.509	0.698	a	A
MK4	59.74	4	0.524	0.717	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 17, persentase tepung mocaf dan biji ketapang memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap daya serap roti. Perlakuan MK1 dan MK2 berbeda sangat nyata dibandingkan dengan MK3 dan MK4, sedangkan MK3 dan MK4 tidak menunjukkan perbedaan nyata karena memiliki notasi huruf yang sama. Nilai daya serap terendah terdapat pada MK1 sebesar 51,46%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada MK4 sebesar 59,74%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan persentase tepung biji ketapang cenderung meningkatkan daya serap roti. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Daya Serap Roti.

Berdasarkan Gambar 10, terlihat bahwa peningkatan persentase tepung mocaf dan tepung biji ketapang memberikan pengaruh positif terhadap daya serap produk. Hasil tersebut mengindikasikan adanya hubungan positif yang sangat kuat antara perlakuan dan respon daya serap. Semakin tinggi persentase bahan substitusi, maka daya serap produk semakin meningkat, yaitu dari 51,46% pada persentase terendah hingga mencapai 59,74% pada persentase tertinggi.

Peningkatan daya serap ini diduga karena tepung biji ketapang mengandung serat pangan yang mampu mengikat air dalam jumlah lebih besar. Serat tersebut membantu adonan mempertahankan kelembapan, sehingga air tidak mudah hilang selama proses pengolahan. Selain itu, psyllium husk yang ditambahkan juga berperan dalam membentuk lapisan gel yang elastis, sehingga adonan mampu menahan air dengan lebih baik. Hal ini diperkuat oleh Rauf & Sarbini (2023) yang menyatakan bahwa daya serap roti adalah kemampuan adonan dalam menyerap serta mempertahankan air tambahan, yang memengaruhi kelembutan, tekstur, dan kualitas produk roti.

Suhu Pengovenan

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 7, diketahui bahwa suhu pengovenan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap daya serap roti. Selanjutnya, tingkat perbedaan tersebut dianalisis menggunakan uji beda rata-rata yang disajikan pada Tabel 18.

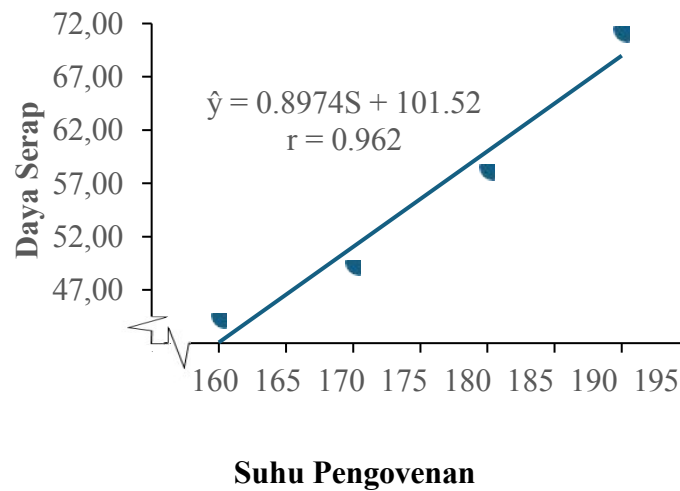
Tabel 18. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Daya Serap Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
SP1 = 160	44.06	—	—	—	d	D
SP2 = 170	49.05	2	0.486	0.669	c	C
SP3 = 180	58.01	3	0.509	0.698	b	B
SP4 = 190	70.98	4	0.524	0.717	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 18, suhu pengovenan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap daya serap roti. Hal ini terlihat dari perbedaan notasi pada setiap perlakuan, baik pada taraf 5% maupun 1%. Perlakuan SP1

(160°C) memiliki nilai daya serap terendah yaitu 44,06%, sedangkan perlakuan SP4 (190°C) menunjukkan nilai tertinggi sebesar 70,98%. Perlakuan SP1 berbeda sangat nyata dengan SP2, SP3, dan SP4, begitu juga dengan perlakuan lainnya yang masing-masing memiliki notasi berbeda. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengovenan, daya serap roti semakin meningkat. Hal ini diduga karena pemanasan dengan suhu tinggi dapat memperluas pori-pori roti, sehingga kemampuan roti dalam menyerap air menjadi lebih besar. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Suhu Pengovenan Daya Serap Roti.

Berdasarkan Gambar 11 terlihat bahwa peningkatan suhu pengovenan memberikan pengaruh positif terhadap daya serap roti. Hal ini ditunjukkan oleh persamaan regresi linear $\hat{y} = 0,8974S + 101,52$ dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,962$, yang menandakan adanya hubungan positif yang sangat kuat. Semakin tinggi suhu pengovenan, maka daya serap roti semakin meningkat, yaitu dari 44,60% pada suhu terendah (160 °C) hingga mencapai 70,98% pada suhu tertinggi(190°C)

Peningkatan daya serap ini diduga berkaitan dengan semakin cepatnya proses penguapan air pada suhu pengovenan yang tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan terbentuknya pori-pori lebih banyak di dalam roti, sehingga roti mampu menyerap air lebih besar. Selain itu, suhu tinggi juga dapat memperkuat struktur adonan selama pemanggangan, sehingga produk roti memiliki kemampuan menyimpan air lebih baik. Menurut Rauf dkk., (2018), proses pemanggangan pada suhu yang lebih tinggi dapat memengaruhi karakteristik roti, terutama pada tekstur dan kemampuan roti dalam menahan kelembapan.

Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Daya Serap Roti.

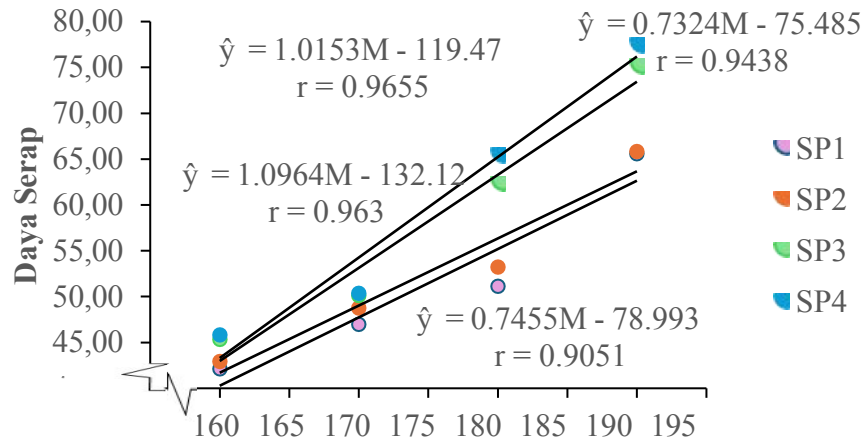
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 8, diketahui bahwa interaksi antara konsentrasi tepung mocaf, tepung biji ketapang, dan suhu pengovenan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap daya serap roti. Selanjutnya, tingkat perbedaan tersebut dianalisis menggunakan uji beda rata-rata yang disajikan pada Tabel 19.

Tabel 19. Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang, dan Suhu Pengovenan terhadap Daya Serap Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.050	0.01
M1S1	42.14	–	–	–	m	M
M1S2	42.93	2	0.971	1.339	l	L
M1S3	45.33	3	1.019	1.396	k	K
M1S4	45.84	4	1.048	1.434	j	J
M2S1	46.97	5	1.068	1.461	i	I
M2S2	48.74	6	1.083	1.481	h	H
M2S3	50.13	7	1.094	1.498	g	G
M2S4	50.37	8	1.102	1.511	f	F
M3S1	51.15	9	1.109	1.522	e	E
M3S2	53.24	10	1.114	1.531	d	D
M3S3	62.27	11	1.118	1.539	c	C
M3S4	65.40	12	1.121	1.545	c	C
M4S1	65.60	13	1.123	1.550	b	B
M4S2	65.84	14	1.124	1.555	b	B
M4S3	75.12	15	1.125	1.560	b	B
M4S4	77.38	16	1.126	1.563	a	A

Tabel 19 menunjukkan bahwa perlakuan MK4S4 menghasilkan nilai tertinggi yaitu 77,38, sedangkan nilai terendah terdapat pada MK1S1 yaitu 42,14.

Uraian lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 12.



Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Daya Serap Roti.

Gambar 12. Hubungan Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Daya Serap Roti.

Berdasarkan Gambar 12, terlihat bahwa interaksi antara persentase tepung mocaf, tepung biji ketapang, dan suhu pengovenan berpengaruh nyata terhadap daya serap roti. Setiap perlakuan (SP1, SP2, SP3, dan SP4) menunjukkan kecenderungan peningkatan daya serap seiring dengan meningkatnya suhu pengovenan, meskipun besarnya peningkatan berbeda pada masing-masing kombinasi. Nilai koefisien korelasi (r) yang diperoleh berkisar antara 0,9051–0,9655, menunjukkan bahwa hubungan antara perlakuan dengan daya serap sangat kuat. Persamaan regresi linear yang dihasilkan juga memperlihatkan arah positif, artinya semakin tinggi suhu pengovenan maka daya serap roti semakin meningkat pada semua taraf perlakuan.

Peningkatan daya serap ini terutama disebabkan oleh proses pengembangan adonan yang lebih optimal pada suhu pengovenan tinggi. Suhu yang lebih tinggi mempercepat proses pematangan pati dan pembentukan struktur adonan, sehingga pori-pori roti menjadi lebih terbuka dan mampu menahan serta menyerap air lebih banyak. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Rauf & Sarbini

(2020) yang mengemukakan bahwa daya serap roti adalah kemampuan adonan untuk menyerap dan mempertahankan air yang ditambahkan, sehingga memengaruhi kelembutan, tekstur, dan kualitas roti yang dihasilkan.

Organoleptik Aroma

Persentase Tepung Mocaf dan Ketapang

Berdasarkan analisis sidik ragam pada Lampiran 9, persentase tepung mocaf dan biji ketapang terbukti memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$). Adapun hasil uji beda rata-rata untuk mengidentifikasi perbedaan antar perlakuan disajikan pada Tabel 20.

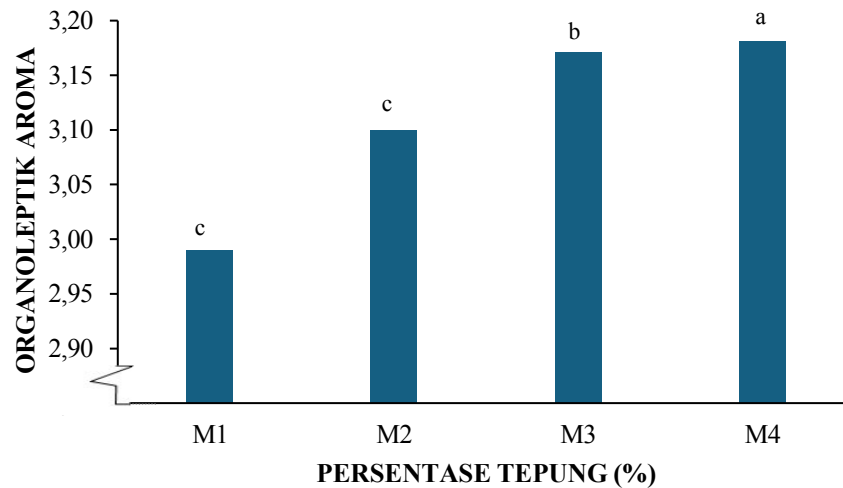
Tabel 20. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Organoleptik Aroma Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
MK1	2.99	–	–	–	c	B
MK2	3.10	2	0.057	0.079	c	B
MK3	3.17	3	0.060	0.082	b	B
MK4	3.18	4	0.062	0.084	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Tabel 20 menunjukkan bahwa persentase tepung mocaf dan biji ketapang berpengaruh nyata terhadap organoleptik aroma roti. Perlakuan MK1 dan MK2 tidak berbeda nyata satu sama lain, tetapi berbeda nyata dibandingkan dengan MK3 dan MK4, sedangkan MK4 menunjukkan perbedaan sangat nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai rata-rata terendah terdapat pada MK1 (2,99), sedangkan tertinggi pada MK4 (3,18). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan persentase tepung mocaf dan biji

ketapang cenderung meningkatkan kesukaan panelis terhadap aroma roti, meskipun peningkatan tersebut relatif kecil. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Organoleptik Aroma Roti.

Berdasarkan Gambar 13, terlihat bahwa persentase tepung mocaf dan tepung biji ketapang memengaruhi nilai organoleptik aroma roti. Hasil penilaian menunjukkan bahwa peningkatan persentase campuran tepung cenderung diikuti oleh meningkatnya skor aroma yang diberikan oleh panelis, menandakan adanya hubungan positif antara perlakuan dan respons aroma yang berarti hubungan keduanya tergolong kuat.

Hal tersebut diperkuat oleh Putri & Syarif (2022) yang menyatakan bahwa peningkatan tepung biji ketapang berpengaruh terhadap penguatan aroma khas biji ketapang pada produk. Selain itu, aroma roti juga dipengaruhi oleh penggunaan bahan tambahan dalam proses pengolahan, seperti margarin, yang dapat memberikan karakteristik aroma harum khas pada produk roti.

Suhu Pengovenan

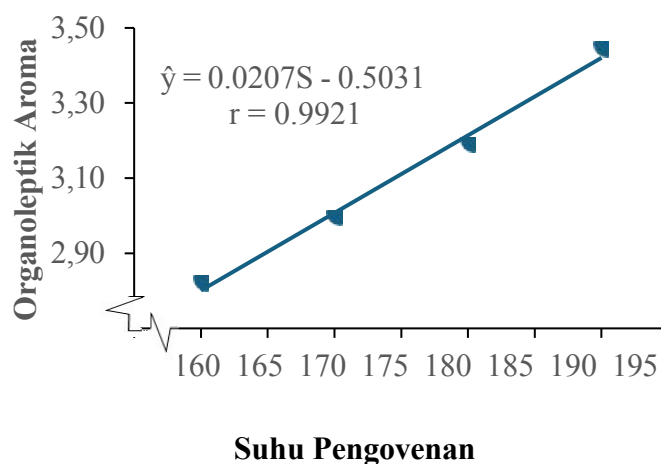
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 9, diketahui bahwa suhu pengovenan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik aroma. Selanjutnya, hasil uji beda rata-rata untuk mengetahui perbedaan tersebut disajikan pada Tabel 21.

Tabel 21. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Aroma Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
SP1 = 160	2.82	–	–	–	d	D
SP2 = 170	2.99	2	0.057	0.079	c	C
SP3 = 180	3.19	3	0.060	0.082	b	B
SP4 = 190	3.44	4	0.062	0.084	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 21, perlakuan suhu pengovenan memberikan pengaruh nyata terhadap penilaian organoleptik aroma roti. Hal ini ditunjukkan oleh perbedaan notasi pada setiap perlakuan, baik pada taraf 5% maupun 1%. Perlakuan SP1 (160°C) memiliki nilai terendah yaitu 2,82, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada SP4 (190°C) sebesar 3,44. Peningkatan suhu pengovenan dari 160°C hingga 190°C menyebabkan peningkatan skor aroma secara bertahap (SP1 < SP2 < SP3 < SP4). Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengovenan, tingkat kesukaan panelis terhadap aroma roti juga cenderung meningkat, karena proses pemanggangan pada suhu tinggi dapat memperkuat aroma khas roti melalui reaksi pencoklatan dan karamelisasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Suhu Pengovenan Organoleptik Aroma.

Berdasarkan Gambar 14, terlihat bahwa peningkatan suhu pengovenan (160–190°C) diikuti oleh peningkatan nilai organoleptik aroma roti yang diberikan oleh panelis. Hal ini ditunjukkan oleh persamaan regresi $\hat{y} = 0,0207S - 0,5031$ dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,9921$ yang mengindikasikan adanya hubungan yang sangat kuat antara suhu pengovenan dan penilaian aroma roti. Peningkatan nilai aroma terlihat dari setiap taraf perlakuan, di mana SP1 (160°C) memperoleh skor terendah, kemudian meningkat pada SP2 (170°C), SP3 (180°C), dan mencapai nilai tertinggi pada SP4 (190°C).

Proses pemanggangan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap aroma roti karena melibatkan serangkaian reaksi kimia kompleks di dalam oven. Dua reaksi utama yang berperan dalam pembentukan aroma khas roti adalah reaksi Maillard dan karamelisasi. Reaksi Maillard terjadi antara asam amino dan gula pereduksi yang menghasilkan senyawa beraroma khas serta memberikan warna kecokelatan pada permukaan roti, sedangkan karamelisasi terjadi saat gula dipanaskan pada suhu tinggi sehingga menghasilkan aroma manis dan warna coklat. Selain itu, Faktor suhu pemanggangan sangat menentukan intensitas

kedua reaksi tersebut dipengaruhi oleh suhu pengovenan, Sehingga, peningkatan suhu pengovenan cenderung menghasilkan aroma roti yang lebih kuat dan lebih disukai oleh panelis (Nurhadi dan Andriani, 2018).

Kenaikan suhu pengovenan memberikan pengaruh positif terhadap pembentukan aroma roti yang lebih harum dan disukai panelis. Hal tersebut diperkuat oleh Fanyalita (2018) yang menyatakan bahwa aroma merupakan faktor penting dalam menentukan daya terima konsumen karena dapat merangsang indera penciuman. Oleh karena itu, pengaturan suhu pengovenan yang tepat menjadi aspek yang penting dalam proses pengolahan.

Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Organoleptik Aroma.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 10, interaksi antara kombinasi persentase tepung (tepung mocaf dan tepung biji ketapang) dengan suhu pengovenan terhadap organoleptik aroma tidak memberikan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa kedua faktor tersebut tidak saling berinteraksi secara signifikan terhadap penilaian aroma. Meskipun demikian, masing-masing faktor secara tunggal masih menunjukkan perbedaan yang dapat diamati pada parameter organoleptik aroma.

Organoleptik Rasa

Persentase Tepung Mocaf dan Ketapang

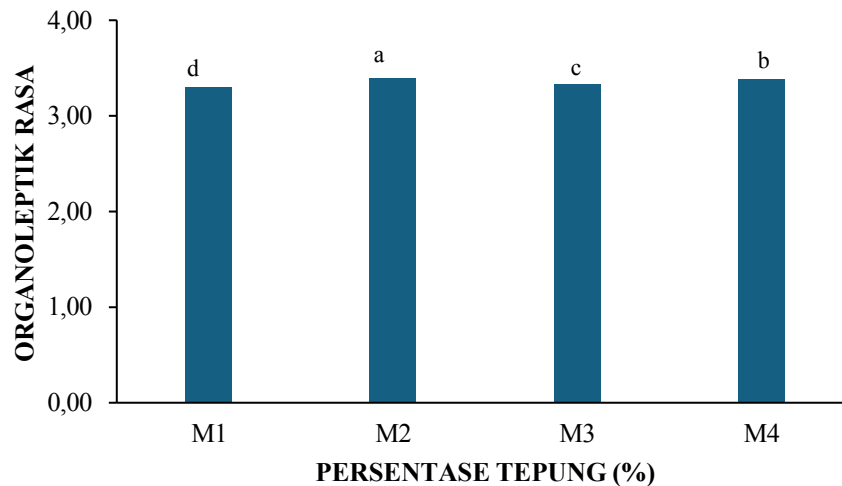
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 11, dapat diketahui bahwa persentase tepung mocaf dan biji ketapang memiliki pengaruh yang berbeda sangat nyata, dengan ($p > 0,01$). Tabel 22, menunjukkan hasil uji beda rata-rata yang digunakan untuk mengukur tingkat perbedaan tersebut :

Tabel 22. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Organoleptik Rasa Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
MK1	3.30	–	–	–	d	C
MK2	3.40	2	0.038	0.052	a	A
MK3	3.33	3	0.040	0.054	c	C
MK4	3.38	4	0.041	0.056	b	B

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 22, persentase tepung mocaf dan biji ketapang berpengaruh nyata terhadap penilaian organoleptik rasa roti. Perlakuan MK1 memperoleh skor terendah yaitu 3,30 berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Perlakuan MK2 (3,40) mendapat skor tertinggi, menunjukkan bahwa perlakuan ini paling disukai panelis dari segi rasa. Sementara itu, MK3 (3,33) dan MK4 (3,38). Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi persentase tepung mocaf dan biji ketapang yang tepat dapat meningkatkan kualitas rasa roti. Peningkatan jumlah bahan tambahan ini diduga memberikan keseimbangan antara rasa gurih dari biji ketapang dan kelembutan dari tepung mocaf, sehingga menghasilkan cita rasa yang lebih disukai panelis. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Organoleptik Rasa Roti.

Berdasarkan Gambar 15 terlihat bahwa persentase tepung mocaf dan biji ketapang memberikan pengaruh yang relatif kecil terhadap penilaian organoleptik rasa roti. Hasil uji menunjukkan bahwa peningkatan persentase tepung biji ketapang tidak memberikan perubahan yang berarti terhadap skor rasa yang diberikan panelis.

Meskipun demikian, terdapat kecenderungan bahwa peningkatan taraf perlakuan sedikit meningkatkan skor organoleptik rasa. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata yang relatif naik dari perlakuan terendah (M1) hingga perlakuan tertinggi (M4), meskipun perbedaan antar perlakuan tidak terlalu mencolok. Rasa roti dipengaruhi oleh kombinasi bahan dasar yang digunakan. Tepung biji ketapang dapat memberikan rasa khas pada roti, sedangkan tepung mocaf memiliki rasa yang lebih netral. Pernyataan tersebut sesuai dengan Indriastuti (2018) yang mengemukakan bahwa rasa adalah faktor penting yang memengaruhi tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk, karena karakteristik rasa yang khas dapat meningkatkan tingkat kesukaan serta penerimaan konsumen.

Suhu Pengovenan

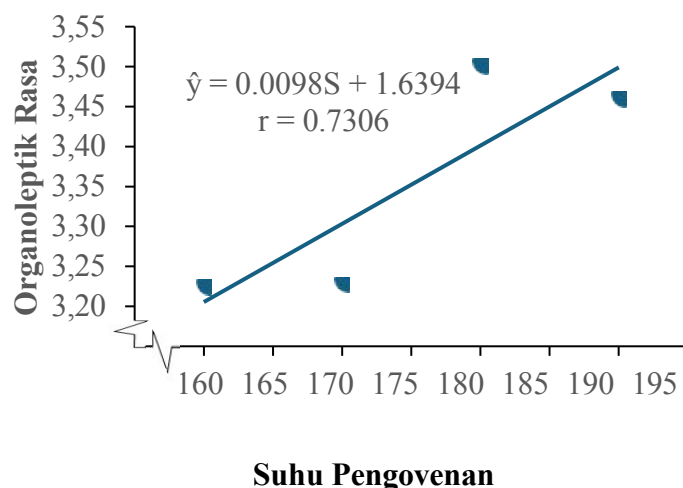
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 11, diketahui bahwa suhu pengovenan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik rasa. Selanjutnya, hasil uji beda rata-rata untuk mengetahui perbedaannya disajikan pada Tabel 23.

Tabel 23. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Rasa Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
SP1 = 160	3.22	–	–	–	b	B
SP2 = 170	3.23	2	0.038	0.052	b	B
SP3 = 180	3.50	3	0.040	0.054	a	A
SP4 = 190	3.46	4	0.041	0.056	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 23, suhu pengovenan berpengaruh nyata terhadap penilaian organoleptik rasa roti. Perlakuan SP1 dengan suhu 160°C memperoleh skor terendah yaitu 3,22, yang menunjukkan rasa roti pada suhu ini kurang disukai panelis. Perlakuan SP2 (170°C) memiliki skor 3,23 sedikit lebih tinggi dibanding SP1 dan tidak berbeda nyata. Perlakuan terbaik terdapat pada SP3 (180°C) dengan skor tertinggi 3,50 diikuti SP4 (190°C) dengan skor 3,46. Hal ini menunjukkan bahwa suhu pengovenan 180°C dan 190°C menghasilkan rasa roti yang paling disukai panelis, tanpa perbedaan nyata di antara keduanya. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Suhu Pengovenan Organoleptik Rasa Roti.

Berdasarkan hasil pada Gambar 16, terlihat bahwa suhu pengovenan memberikan pengaruh terhadap organoleptik rasa roti. Persamaan regresi yang dihasilkan adalah $\hat{y} = 0,0098S + 1,6394$ dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,7306. Nilai r ini menunjukkan bahwa hubungan antara peningkatan suhu pengovenan dengan skor rasa roti cukup kuat dan searah, artinya semakin tinggi suhu pengovenan maka cenderung meningkatkan skor penilaian rasa oleh panelis.

Hal ini dapat dijelaskan bahwa proses pemanggangan pada suhu yang lebih tinggi cenderung menghasilkan cita rasa roti yang lebih gurih dan khas. Suhu yang optimal membuat adonan matang sempurna, sehingga memberikan cita rasa yang lebih disukai panelis. Sebaliknya, pada suhu yang terlalu rendah, rasa roti kurang maksimal karena proses pemanggangan tidak merata. Pernyataan tersebut sesuai dengan Darmawan (2017) yang mengemukakan bahwa peningkatan suhu pengovenan dapat meningkatkan cita rasa roti, sehingga menghasilkan rasa yang lebih gurih dan khas.

Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Organoleptik Rasa.

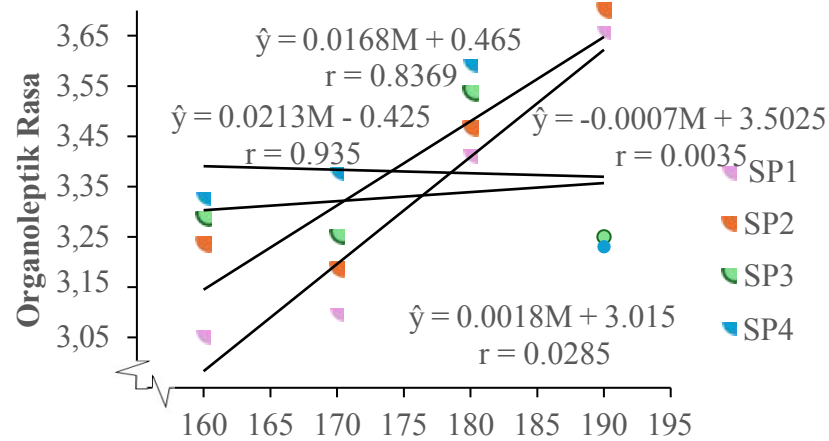
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 12), diketahui bahwa interaksi antara persentase tepung mocaf, tepung biji ketapang dan suhu

pengovenan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik rasa. Adapun tingkat perbedaan tersebut dianalisis lebih lanjut menggunakan uji beda rata-rata yang disajikan pada Tabel 24.

Tabel 24. Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang, dan Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Rasa Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.050	0.01
M1S1	3.05	–	–	–	j	K
M1S2	3.24	2	0.076	0.104	h	G
M1S3	3.29	3	0.079	0.109	f	E
M1S4	3.33	4	0.082	0.112	f	E
M2S1	3.10	5	0.083	0.114	j	J
M2S2	3.19	6	0.085	0.116	i	I
M2S3	3.25	7	0.085	0.117	h	F
M2S4	3.38	8	0.086	0.118	e	D
M3S1	3.41	9	0.087	0.119	d	C
M3S2	3.47	10	0.087	0.119	c	C
M3S3	3.54	11	0.087	0.120	c	B
M3S4	3.59	12	0.087	0.121	b	B
M4S1	3.66	13	0.088	0.121	b	B
M4S2	3.70	14	0.088	0.121	a	A
M4S3	3.25	15	0.088	0.122	g	F
M4S4	3.23	16	0.088	0.122	i	H

Tabel 24 menunjukkan bahwa perlakuan MK4S2 menghasilkan nilai tertinggi yaitu 3,70, sedangkan nilai terendah terdapat pada MK1S1 yaitu 3,05. Penjelasan lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 17.



Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Organoleptik Rasa Roti.

Gambar 17. Hubungan Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Organoleptik Rasa Roti.

Berdasarkan Gambar 17, diketahui bahwa interaksi antara persentase tepung mocaf, tepung biji ketapang, dan suhu pengovenan memberikan pengaruh terhadap penilaian organoleptik rasa roti. Persamaan regresi yang dihasilkan menunjukkan pola yang berbeda untuk setiap perlakuan. Pada SP3 (180 °C) diperoleh persamaan $y = 0.0213M - 0.425$ dengan nilai $r = 0.935$, menandakan hubungan yang sangat kuat dan searah, sehingga semakin tinggi persentase mocaf dan ketapang, penilaian rasa roti oleh panelis cenderung meningkat. Hal serupa juga terlihat pada SP2 (170 °C) dengan persamaan $y = 0.0168M + 0.465$ dan $r = 0.8369$ yang menunjukkan hubungan kuat. Sementara itu, SP1 (160 °C) dan SP4 (190 °C) memiliki nilai r sangat rendah (0.0035 dan 0.0285), sehingga pengaruhnya terhadap rasa tidak terlalu berarti. Pernyataan tersebut sejalan dengan Akola (2019) yang mengemukakan bahwa suhu pengovenan yang lebih tinggi dapat meningkatkan cita rasa roti akibat intensitas reaksi Maillard dan karamelisasi, sehingga menghasilkan aroma serta rasa gurih yang khas.

Organoleptik Warna

Persentase Tepung Mocaf dan Ketapang

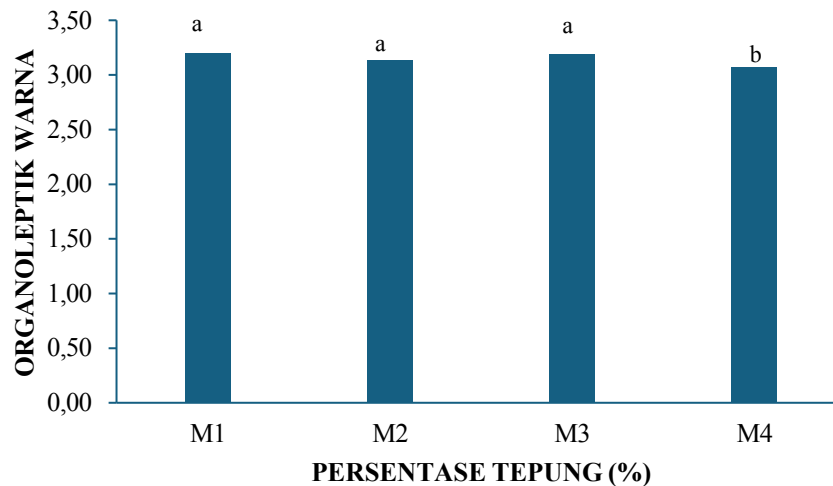
Berdasarkan analisis sidik ragam pada Lampiran 13, persentase tepung mocaf dan biji ketapang terbukti berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$). Adapun hasil uji beda rata-rata untuk mengidentifikasi perbedaan antar perlakuan disajikan pada Tabel 25.

Tabel 25. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Organoleptik Warna Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
MK1	3.19	–	–	–	a	A
MK2	3.14	2	0.058	0.080	a	A
MK3	3.19	3	0.061	0.083	a	A
MK4	3.07	4	0.063	0.086	b	B

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 25, persentase tepung mocaf dan biji ketapang memberikan pengaruh nyata terhadap penilaian organoleptik warna roti. Perlakuan MK1 (3,19), MK2 (3,14), dan MK3 (3,19) memperoleh notasi yang sama yaitu a/A, Hasil tersebut mengindikasikan bahwa ketiga perlakuan tidak menunjukkan perbedaan nyata pada parameter warna. Dengan demikian, baik pada persentase rendah maupun sedang, warna roti yang dihasilkan cenderung serupa dan masih dapat diterima oleh panelis. Sementara itu, perlakuan MK4 (3,07) memperoleh skor terendah dengan notasi b/B, menunjukkan bahwa perlakuan tersebut memiliki perbedaan yang nyata jika dibandingkan dengan ketiga perlakuan lainnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Organoleptik Warna Roti.

Berdasarkan hasil pada Gambar 18 terlihat bahwa persentase tepung mocaf dan tepung biji ketapang memberikan pengaruh terhadap organoleptik warna roti. Hasil penilaian menunjukkan adanya hubungan negatif dengan tingkat kekuatan sedang antara peningkatan persentase tepung dan skor warna yang diberikan oleh panelis. Artinya, semakin tinggi persentase tepung biji ketapang yang ditambahkan, cenderung menurunkan nilai penilaian warna oleh panelis.

Berdasarkan Tabel 25, terlihat bahwa perlakuan tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan. MK1, MK2, dan MK3 tidak berbeda nyata dengan rata-rata nilai organoleptik masing-masing 3,19; 3,14; dan 3,19, sehingga semuanya mendapat notasi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa pada taraf tersebut warna roti masih dinilai serupa oleh panelis. Namun, pada perlakuan MK4 dengan nilai rata-rata 3,07, hasilnya berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya karena memperoleh notasi berbeda. Nilai ini menjadi yang terendah, sehingga dapat disimpulkan

bahwa penambahan persentase tepung biji ketapang yang lebih tinggi cenderung menurunkan penerimaan warna roti. Hal tersebut diperkuat oleh Putra dan Yulkifli (2020) yang menyatakan bahwa warna merupakan faktor visual penting yang memengaruhi daya terima konsumen, karena warna yang menarik mampu meningkatkan daya tarik serta minat konsumen terhadap produk pangan.

Suhu Pengovenan

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 13, diketahui bahwa suhu pengovenan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik warna. Selanjutnya, untuk mengetahui tingkat perbedaan antar perlakuan dilakukan uji beda rata-rata yang hasilnya disajikan pada Tabel 26.

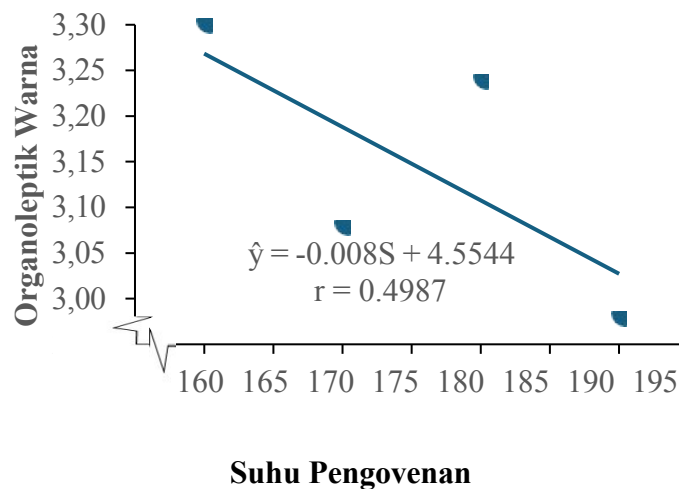
Tabel 26. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Warna Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
SP1 = 160	3.30	–	–	–	a	A
SP2 = 170	3.08	2	0.058	0.080	c	C
SP3 = 180	3.24	3	0.061	0.083	b	B
SP4 = 190	2.98	4	0.063	0.086	d	D

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Pada Tabel 26, suhu pengovenan berpengaruh nyata terhadap penilaian organoleptik warna roti. Perlakuan SP1 (160°C) memperoleh skor tertinggi sebesar 3,30 menunjukkan warna roti pada suhu ini paling disukai panelis karena lebih cerah dan merata. Perlakuan SP2 (170°C) dan SP3 (180°C) memperoleh skor 3,08 dan 3,24 keduanya berbeda nyata dengan SP1 maupun antar perlakuan,

menandakan adanya perubahan warna seiring meningkatnya suhu akibat reaksi pencoklatan. Sementara itu, SP4 (190°C) memperoleh skor terendah yaitu 2,98 menunjukkan bahwa suhu tinggi menghasilkan warna terlalu gelap sehingga kurang disukai panelis. Dengan demikian, suhu pengovenan terbaik untuk menghasilkan warna roti yang disukai panelis adalah 160°C. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Suhu Pengovenan Organoleptik Warna Roti.

Berdasarkan Gambar 19 dan Tabel 26 dapat diketahui bahwa suhu pengovenan berpengaruh nyata terhadap organoleptik warna roti. Persamaan regresi yang diperoleh adalah $\hat{y} = -0,008S + 4,5544$ dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,4987$ yang menunjukkan adanya hubungan sedang dan berlawanan arah. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi suhu pengovenan, maka penilaian warna roti oleh panelis cenderung menurun. Penurunan tersebut diduga terjadi karena pada suhu yang lebih tinggi berlangsung reaksi pencoklatan yang lebih intens, sehingga warna roti menjadi lebih gelap dan kurang disukai oleh panelis.

Hasil uji beda rata-rata pada Tabel 26, menunjukkan bahwa perlakuan SP1 (160°C) memperoleh nilai rata-rata tertinggi sebesar 3,30 artinya paling disukai panelis. Perlakuan SP3 (180°C) masih mendapat penilaian cukup baik dengan rata-rata 3,24. Namun pada perlakuan SP2 (170°C) dan SP4 (190°C) nilai penilaian menurun masing-masing 3,08 dan 2,98 menandakan bahwa warna roti pada suhu tersebut kurang disukai panelis. Hal ini sesuai dengan pendapat Purnamasari dkk. (2018) yang menyatakan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap warna roti sangat dipengaruhi oleh suhu pengovenan. Suhu yang terlalu rendah membuat warna kurang menarik, sedangkan suhu yang terlalu tinggi menyebabkan roti tampak lebih gelap sehingga menurunkan daya terima. Suhu pengovenan yang moderat menghasilkan warna roti yang lebih sesuai dengan selera panelis dan lebih disukai.

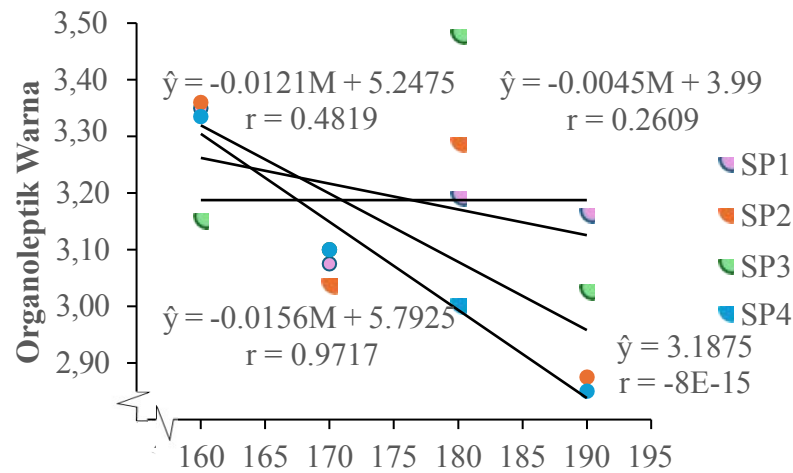
Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Organoleptik Warna.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 14, diketahui bahwa interaksi antara persentase tepung mocaf, tepung biji ketapang, dan suhu pengovenan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik warna. Selanjutnya, tingkat perbedaan tersebut dianalisis menggunakan uji beda rata-rata yang disajikan pada Tabel 27.

Tabel 27. Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang, dan Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Warna Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.050	0.01
M1S1	3.35	–	–	–	c	C
M1S2	3.36	2	0.116	0.160	b	B
M1S3	3.15	3	0.122	0.167	e	F
M1S4	3.34	4	0.125	0.171	d	D
M2S1	3.08	5	0.128	0.175	h	H
M2S2	3.04	6	0.129	0.177	i	I
M2S3	3.10	7	0.131	0.179	f	F
M2S4	3.10	8	0.132	0.180	g	G
M3S1	3.19	9	0.132	0.182	e	E
M3S2	3.29	10	0.133	0.183	e	E
M3S3	3.48	11	0.134	0.184	a	A
M3S4	3.00	12	0.134	0.185	j	J
M4S1	3.16	13	0.134	0.185	e	E
M4S2	2.88	14	0.134	0.186	k	J
M4S3	3.03	15	0.134	0.186	j	J
M4S4	2.85	16	0.135	0.187	l	J

Tabel 27 menunjukkan bahwa perlakuan MK3S3 menghasilkan nilai tertinggi yaitu 3,48, sedangkan nilai terendah terdapat pada MK4S4 yaitu 2,85. Uraian lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 20.



Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Organoleptik Warna Roti.

Gambar20. Hubungan Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Organoleptik Warna.

Pada gambar 20 dapat diketahui bahwa interaksi antara persentase tepung mocaf, tepung biji ketapang, dan suhu pengovenan berpengaruh terhadap organoleptik warna roti. Persamaan regresi yang diperoleh pada beberapa perlakuan menunjukkan arah hubungan yang berbeda, namun secara umum cenderung menurun. Nilai koefisien korelasi tertinggi terdapat pada persamaan $\hat{y} = -0.0156M + 5.7925$ dengan $r = 0.9717$, menunjukkan hubungan yang sangat kuat dan berlawanan arah, artinya semakin tinggi persentase maupun suhu pengovenan maka skor warna roti dari panelis semakin rendah. Hal ini diduga karena peningkatan persentase tepung biji ketapang serta suhu yang tinggi mempercepat proses pencoklatan, sehingga warna roti menjadi lebih gelap dan cenderung kurang disukai oleh panelis.

Jika dibandingkan antar perlakuan, SP1 (160°C) memperoleh skor warna paling tinggi, yang menunjukkan warna roti lebih menarik dan disukai panelis. SP3 (180°C) juga masih memperoleh nilai cukup baik, meskipun terjadi sedikit

penurunan dibanding SP1. Sementara itu, SP2 (170°C) dan terutama SP4 (190°C) memperoleh skor lebih rendah, menandakan warna roti yang dihasilkan cenderung lebih gelap dan kurang disukai panelis. Dengan demikian, kombinasi suhu pengovenan yang moderat (160–180°C) dengan persentase substitusi yang tepat menghasilkan warna roti yang lebih optimal. Hal tersebut diperkuat oleh Putra dan Yulkifli (2020) yang menyatakan bahwa warna merupakan faktor visual penting yang memengaruhi daya terima konsumen, karena warna yang menarik mampu meningkatkan ketertarikan dan minat konsumen terhadap produk pangan.

Organoleptik Tekstur

Persentase Tepung Mocaf dan Ketapang

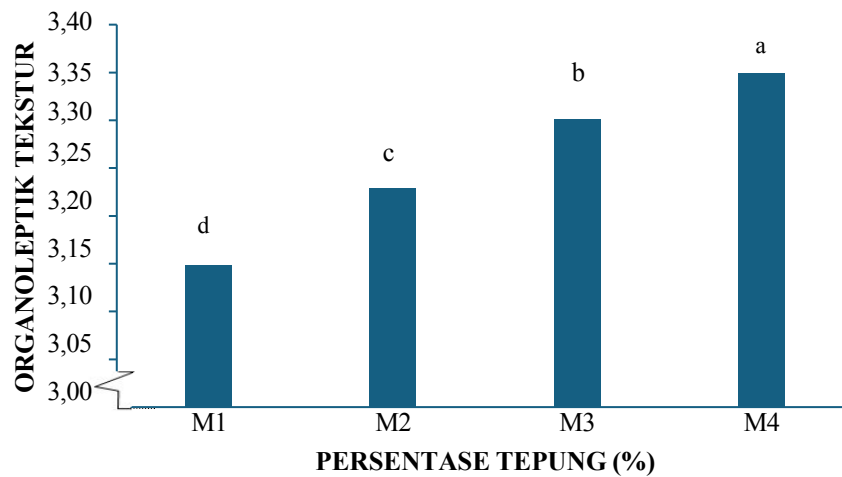
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 15, diketahui bahwa persentase tepung mocaf dan biji ketapang memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$). Selanjutnya, hasil uji beda rata-rata untuk mengetahui perbedaan tersebut disajikan pada Tabel 28.

Tabel 28. Pengaruh Variasi Persentase Tepung Mocaf dan Tepung Biji Ketapang terhadap Organoleptik Tekstur Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
MK1	3.15	–	–	–	d	C
MK2	3.23	2	0.034	0.047	c	C
MK3	3.30	3	0.035	0.049	b	B
MK4	3.35	4	0.037	0.050	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 28, persentase tepung mocaf dan biji ketapang berpengaruh nyata terhadap penilaian organoleptik tekstur roti. Perlakuan MK1 (3,15) memperoleh skor terendah dan berbeda nyata dibandingkan seluruh perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan MK2 (3,23) menunjukkan perbedaan nyata terhadap MK1, MK3, dan MK4. Selanjutnya, MK3 (3,30) berbeda nyata dengan MK1 dan MK2, namun masih lebih rendah dibanding MK4. Perlakuan MK4 (3,35) memperoleh skor tertinggi, menunjukkan adanya perbedaan nyata dibandingkan seluruh perlakuan lain.



Gambar 21. Persentase Tepung Mocaf dan Biji Ketapang pada Organoleptik Tekstur Roti.

Berdasarkan Gambar 21, terlihat bahwa persentase tepung mocaf dan biji ketapang berpengaruh nyata terhadap organoleptik tekstur roti. Penilaian menunjukkan adanya hubungan positif yang sangat kuat antara peningkatan persentase tepung biji ketapang dan skor tekstur yang diberikan oleh panelis. Dengan demikian, semakin tinggi konsentrasi yang ditambahkan, semakin baik tekstur roti menurut panelis.

Peningkatan nilai tekstur ini diduga karena adanya kombinasi karakteristik mocaf yang memiliki daya serap air cukup baik dengan kandungan lemak alami dari biji ketapang yang berfungsi untuk melembutkan adonan. Interaksi keduanya mampu memperbaiki kelembutan dan kekenyalan roti sehingga tekstur lebih disukai panelis. Menurut Rahmawati & Pratama (2020), kualitas tekstur roti sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan baku, khususnya kemampuan tepung menyerap air dan keberadaan komponen lemak yang dapat melembutkan struktur adonan. Dengan demikian, substitusi mocaf dan ketapang dalam persentase roti terbukti dapat meningkatkan karakteristik tekstur produk.

Suhu Pengovenan

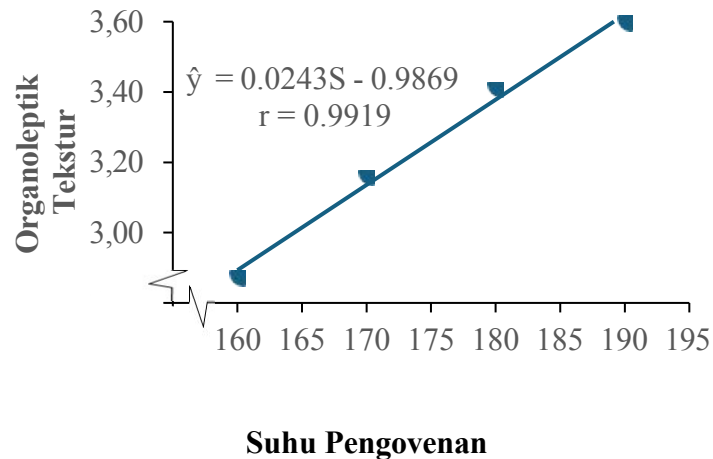
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 15, diketahui bahwa suhu pengovenan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik tekstur. Selanjutnya, hasil uji beda rata-rata yang digunakan untuk mengukur perbedaan tersebut disajikan pada Tabel 29.

Tabel 29. Pengaruh Suhu Pengovenan terhadap Organoleptik Tekstur Roti Berdasarkan Uji Beda Rata Rata.

Perlakuan (%)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0.05	0.01	0.05	0.01
SP1 = 160	2.87	–	–	–	d	D
SP2 = 170	3.16	2	0.034	0.047	c	C
SP3 = 180	3.41	3	0.035	0.049	b	B
SP4 = 190	3.60	4	0.037	0.050	a	A

Keterangan : Pada kolom notasi, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $p < 0,05$ dan perbedaan sangat nyata pada $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 29, suhu pengovenan memberikan pengaruh yang nyata terhadap penilaian organoleptik tekstur roti. Nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan SP4 (190°C) yaitu sebesar 3,60, yang menunjukkan tekstur paling disukai oleh panelis. Perlakuan SP3 (180°C) memperoleh nilai 3,41, berbeda nyata dengan SP4 namun lebih tinggi dibandingkan SP2 dan SP1. Selanjutnya, SP2 (170°C) memiliki nilai 3,16, sedangkan SP1 (160°C) memperoleh nilai terendah sebesar 2,87. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu pengovenan hingga 190°C cenderung memperbaiki tekstur roti yang dihasilkan. Suhu yang lebih tinggi diduga mampu menghasilkan tekstur yang lebih renyah pada bagian luar namun tetap lembut di bagian dalam, sehingga meningkatkan tingkat kesukaan panelis. Sebaliknya, pada suhu yang lebih rendah (160°C), tekstur roti cenderung kurang matang secara merata sehingga menurunkan tingkat kesukaan. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Suhu Pengovenan Organoleptik Tekstur Roti.

Gambar 22 menunjukkan bahwa suhu pengovenan berpengaruh nyata terhadap nilai organoleptik tekstur roti. Hal ini ditunjukkan oleh persamaan regresi $\hat{y} = 0,0243S - 0,9869$ dengan nilai korelasi $r = 0,9919$ yang mengindikasikan hubungan yang sangat kuat dan searah. Peningkatan suhu pengovenan mengindikasikan kenaikan nilai tekstur roti berdasarkan penilaian panelis. Nilai terendah terdapat pada SP1 (160°C) sebesar 2,87, sedangkan nilai tertinggi pada SP4 (190°C) sebesar 3,60. Hasil ini menunjukkan bahwa suhu pengovenan yang lebih tinggi memberikan tekstur roti yang lebih baik.

Perbaikan tekstur ini diduga disebabkan oleh proses pematangan pati dan protein yang lebih optimal pada suhu tinggi, sehingga roti menjadi lebih kokoh namun tetap empuk ketika dikunyah. Selain itu, kadar air dalam adonan lebih cepat berkurang sehingga struktur remah roti terbentuk dengan baik dan menghasilkan kekenyalan yang disukai panelis. Hal ini sejalan dengan penelitian Andarwulan dkk., (2011) yang menyatakan suhu pengovenan yang lebih tinggi dapat mempercepat gelatinisasi pati dan denaturasi protein, sehingga terbentuk struktur remah yang lebih kompak dan elastis.

Pengaruh Interaksi Persentase Tepung Mocaf, Tepung Biji Ketapang dan Suhu Pengovenan pada Organoleptik Tekstur.

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 16) menunjukkan bahwa interaksi antara kombinasi persentase tepung (tepung mocaf dan tepung biji ketapang) dan suhu pengovenan terhadap organoleptik tekstur tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa kedua faktor tersebut tidak saling berinteraksi secara signifikan terhadap penilaian tekstur. Meskipun demikian, masing-masing perlakuan secara tunggal masih menunjukkan perbedaan yang dapat diamati pada organoleptik tekstur. Oleh karena itu, analisis selanjutnya difokuskan pada pengaruh perlakuan tunggal, sedangkan pengujian interaksi tidak dilanjutkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai “Formulasi Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dan Tepung Biji Ketapang (*Terminalia Catappa*) Sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Roti Gluten-Free”, dapat disimpulkan bahwa:

1. Persentase tepung mocaf dan tepung biji ketapang memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar abu, kadar air, daya kembang, daya serap air, serta organoleptik aroma dan tekstur, sedangkan pada organoleptik rasa dan warna tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.
2. Suhu pengovenan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar abu, kadar air, daya kembang, daya serap air, serta organoleptik aroma, rasa, dan tekstur, sedangkan pada organoleptik warna tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.
3. Peningkatan persentase tepung biji ketapang menyebabkan kadar abu meningkat, kadar air menurun, serta menghasilkan daya kembang dan daya serap air yang lebih tinggi.
4. Perlakuan terbaik diperoleh pada persentase MK4 (85% mocaf : 15% ketapang) dengan suhu pengovenan 190°C (SP4). Perlakuan ini menghasilkan roti dengan kadar abu tinggi (menunjukkan kandungan mineral), kadar air stabil, daya kembang dan daya serap optimal, serta nilai organoleptik (aroma, rasa, warna, dan tekstur) yang paling disukai panelis.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk dilengkapi dengan parameter uji kimia lainnya, agar mutu roti gluten free berbahan dasar tepung mocaf dan biji ketapang dapat diketahui secara lebih menyeluruh. Pada penelitian ini pengujian yang dilakukan masih terbatas pada kadar air, kadar abu, sifat fisik seperti daya serap dan daya kembang, serta uji organoleptik. Dengan menambahkan analisis kimia lain, misalnya kadar protein maupun lemak, maka kualitas produk dapat digambarkan lebih lengkap sehingga hasil penelitian dapat menjadi acuan yang lebih kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimarta, T., I. M. Nopriyanti, & Defi. (2022). Pembuatan Tepung Labu Kuning (Kajian Penggunaan Suhu dan Lama Pengeringan). *Jurnal Teknologi Pangan dan Agroindustri Perkebunan*. 2(2). ISSN 2776-4044.
- Akolo, R.A. (2019). Karakteristik Mutu Kadar Air, Kadar Abu dan Organoleptik Pada Penyedap Rasa Instan. *Journal of Agritech Science*. 3(2), 60-77.
- Andarwulan, N., F. Kusnandar, dan D. Herawati. (2011). *Analisis Pangan*. Dian Rakyat. Jakarta.
- Arifin, H. R., Lembong, E., & Irawan, A. N. (2023). Karakteristik fisik roti tawar dari substitusi terigu dengan tepung komposit sukun (*Artocarpus atilis F.*) dan pisang (*Musa paradisiaca L.*) sebagai pemanfaatan komoditas lokal. *Jurnal Penelitian Pangan (Indonesian Journal of Food Research)*, 3(1).
- Arwini, N. P. D. (2021). Pemilihan Bahan Dan Proses Pembuatan Roti. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*. 4 (1). 33-40.
- 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.
- Brilian, P. A., Atika, T. A., & G. Setiyo. (2019). Pembuatan Mocaf (Modified Cassava Flour) dengan Kapasitas 91000 ton/tahun. *Jurnal Teknik ITS*. 8(2). ISSN:2337-3539.
- Chairul, AR., B, R, Katsum., Z, Akbar. (2019). Pengaruh Substitusi Pasta Ubi Jalar Ungu (*IPOMEA BATATAS L.*) dan Konsentrasi Ragi Terhadap Volume Pengembangan Roti Tawar. *Jurnal Biology Education*. 7(1). 1-13.
- Darmawan, E. (2017). Pemanfaatan Biji Ketapang (*Terminalia Catappa*) Sebagai Sumber Protein dan Serat Pada Produk Makanan Stik. *Teknologi Pangan*. 1(1). 27-33.
- Daud, A., Suriati, S., & Nuzulyanti, N. (2020). Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri. *Lutjanus*, 24(2), 11–16. <https://doi.org/10.51978/jlpp.v24i2.79>

- Fadhilah, D. D., R. J. Ninggolan., L. M. Lubis. (2017). Pengaruh Perbandingan Tepung Terigu dengan Tepung Labu Kuning dan Penambahan Ragi Terhadap Mutu Roti Tawar. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 1(4). 685-692.
- Fanyalita, D. D., Nainggolan, R. J., & Lubis, L. M. (2018). Pengaruh Perbandingan Tepung Terigu Dengan Tepung Labu Kuning Dan Penambahan Ragi Terhadap Mutu Roti Tawar. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 5(4), 685–692.
- Fransiska, D., Marniza, D. (2021). Karakteristik Fisik, Organoleptik dan Kadar Serat Roti Manis Dengan Penambahan Tepung Rebung (*Dendrocalamus asper*). *Jurnal Agroindustri*. 11(2). 108-119. pISSN : 20885369. eISSN : 26139952. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/agroindustri>.
- Handayani, W. R. (2020). Karakteristik Hard Candy dengan Penambahan Sari Daging Buah Pala (*Myristica fragrans*, Houtt). [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas Padang, 54 hal.
- Hevira, L., E. Munaf, & R. Zein. (2015). The use of *Terminalia Catappa* L. Fruit shell as biosorbent for removal of Pb(II), Cd(II) and Cu(II) ion in liquid waste. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 7(10). 79-89.
- Ilmannafian, A. G., E. Lestari, & H. Halimah. (2018). Pemanfaatan Tepung Garut Sebagai Substitusi Tepung Terigu Dalam Pembuatan Kue Bingka. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*. 5(2). 141-151.
- Irnawaty, R., Soegih, R., & Harbuwono, D. S. (2018). Pengaruh suplementasi serat psyllium husk dan diet rendah kalori seimbang terhadap berat badan, kadar kolesterol high-density lipoprotein, dan trigliserida serum pada obes I. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 11(1).
- Indrayanti, L., Nuwa, N., Wibowo, A., & Lusua, L. (2021). Nilai gizi dan rasa biji ketapang (*Terminalia catappa* L.) dibandingkan dengan kacang tanah dan almond. *Agrienvi: Jurnal Ilmu Pertanian*, 19(1), 34-43.
- Indriastuti, L. N., & Tulaka, T. (2018). Analisis Pengaruh Tepung Labu Kuning (*Cucurbita Moschata*) Sebagai Bahan Substitusi Tepung Terigu Terhadap Kualitas Roll Cake. 9(1), 1–7.
- Jony, M., AL, F. A., & Kumar, B. R. (2013). A comprehensive review on pharmacological activity of *Terminalia Catappa* (Combretaceae)-an

update. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*. 1(2). 65-70.

Ju, J. dan Mittal, G.S. (1995). Physical properties of various starch-based fat substitutes. *Journal of Food Processing and Preservation* 19 : 361- 383.

Kurniawan, R., S. Juhanda, D. A. Wibowo, & Fauzi. I. (2014). Pembuatan Tepung Telur Menggunakan Spray Dryer dengan Nozzle Putar. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia: 2014 Mar 5: Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta: Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN Veteran Yogyakarta. Hlm 1-7.

Kusuma. (2021). Sekam Psyllium dalam Kue Bebas Gluten. <https://theloopywhisk.com/2021/10/23/psyllium-husk-101/>.

Lia Nurul Husnah, Meivitasari & Pradekatiwi. (2010). Tempe dari Biji Ketapang, *Skripsi*, Fakultas MIPA UNY, Yogyakarta.

Listiyarini, T. (2016). Naik ke Peringkat Dua Dunia, Impor Gandum RI Capai 8,1 Juta Ton. <http://www.beritasatu.com/ekonomi/337466-naik-ke-peringkat-dua-dunia-impor-gandum-ri-capai-81-juta-ton.html>.

Maghfiroh, Wijaya, A. A., Sa’adah, E., Valla, M. I. A., & Romadhon, F. (2014). Karakteristik Sensoris Susu Ketapang (*Terminalia Catappa L.*) Substitusi Susu Kedelai High Protein. *Agrointek*. 8(2). 69-74.

Mahmud, M. K., Hermana, N. A., Nazarina, M., Marudut, S., Zulfianto, R. R., Muhayatun, Jahari, A. B., Permaesih, D., Ernawati, F., Rugayah, Haryono, Fahmida, Sulaeman, A., Andrawulan, N., Atmarita, Almasyhuri, Nurjanah, N., Ikka, N., Sianturi, G., Prihastono, E., & Marlina, L. (2018). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Gramedia Pustaka. Jakarta.

Marques, M. R., Paz, D. D., Batista, L. P. R., Barbosa, C. de O., Araujo, M. A. M., & MoreiraAraujo, R. S. dos R. (2012). *An in vitro analysis of the total phenolic content, antioxidant power, physical, physicochemical, and chemical composition of Terminalia catappa Linn fruits*. *Food Science and Technology*. 32(1). 209-213.

Merani, P. A., Atika, T. A., dan G. Setiyo. (2022). Uji Kadar Protein Pada Optimasi Pembuatan Tepung Mocaf dari Ubi Kayu Varietas Roti dan

- Kuning dengan Fermentasi *Lactobacillus Casei*. *Jurnal Pusat Studi Pendidikan Rakyat*. 2(4). 51-60.
- Mudjajanto, E. S., & Yulianti, L. N. (2004). *Membuat Aneka Roti*. Penebar Swadaya. Bogor.
- Muflihati, I. A. (2018). *Sifat Fisikokimia dan Sensoris Roti Hasil Substitusi Pati Ganyong yang Dimodifikasi Melalui Iradiasi Sinar UV-C*. *Ilmiah Teknosains*. 4(1). 11-15.
- Noor Pitri, R. M. dan K. Kissinger. (2021). Pembuatan Tepung Biji Ketapang (*Terminalia Catappa*) Sebagai Bahan Pengolahan Aneka Cake Pada Kelompok Pkk Permata Hijau Banjarbaru. *Jurnal Pengabdian Al-Ikhlas*. 7(2). ISSN : 2461-0992.
- Nuraisyah, A., S. Raharja, dan F. Udin. (2022). Karakteristik Kimia Roti Tepung Beras Dengan Tambahan Enzim Transglutaminase. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Vol. 28, No. 3, 319–331.
- Nurhadi, B., & Andriani, R. (2018). *Ilmu Pangan: Prinsip dan Teknologi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Purnamasari, D., Handayani, I., Pratama, R., dan Sari, M.P. (2018). Uji organoleptis bertujuan untuk melihat tampilan fisik suatu sediaan yang meliputi bentuk, warna, dan bau. *Jurnal Ilmu Farmasi*. 24(2), 123-130.
- Purwani., I. Kristtanti, dan V. R. Denada. (2013). Studi Potensi Bioherbisida Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Terhadap Gulma Rumpuk Teki (*Cyperus Rotundus*). *Jurnal Sains dan Seni*. ITS 2(2).
- Putra H., dan Yulkifli. (2020). Studi Awal Rancang Bangun Colorimeter Menggunakan Sensor Opt101 Berbasis Sistem Android dengan Display Smartphone. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia (KFI)*. Vol, 16. No, 2.
- Putri, L. dan W. Syarif. (2022). Pengaruh Substitusi Tepung Biji Ketapang (*Terminalia Cattapa*) Terhadap Kualitas Nastar. *Jurnal Pendidikan Tata Boga Dan Teknologi*. Vol. 3, No. 1, 72–77.
- Putri, M. D., G. D. Artanti, & Sachriani. (2021). Pengaruh Substitusi Tepung Beras Hitam (*Oryza Sativa L. Indica*) Pada Pembuatan Roti Tawar Terhadap Daya Terima Konsumen. *Jurnal Sains Boga*. 4(2). 66-76. cd.

- Rahmawati, N., & Pratama, R. A. (2020). Pengaruh penambahan tepung pisang dan lama fermentasi terhadap tekstur serta mutu organoleptik roti tawar gluten-free. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(2), 55-63.
- Rajesh, B. R., Potty, V. P., & Sreelekshmy, S. G. (2016). Study of total phenol, flavonoids, tannin contents, and phytochemical screening of various crude extracts of *Terminalia catappa* leaf. Stem bark and fruit. *International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture (IJAPSA)*. 2(6). 291-296.
- Ramadhana, M. R., & Kusnadi, J. (2016). Formulasi Pengembangan Produk Margarin Berbahan Minyak Ikan Tuna (*Thunnus* sp) dan Stearin Kelapa Sawit [In press april 2016]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4(2). 525-535.
- Rauf, R., & Sarbini, D. (2020). Daya serap air sebagai acuan untuk menentukan volume air dalam pembuatan adonan roti tawar campuran tepung terigu dan tepung singkong. *Jurnal Agritech*, 35(3): 324–330. doi.org/10.22146/agritech.9344.
- Rauf, R., Sarbini, D., & Nurdiana. (2018). Optimization of Fermentation Time on Physical Characteristics and Sensory Acceptance of Bread from Composite Wheat and Cassava Flours with Proporsional Water Volume. In *International Conference on Science, Technology, and Humanity*. Surakarta, Indonesia.
- Richana, N., Budiyanto, A. & Mulyawati, I. (2020). Pembuatan tepung jagung termodifikasi dan pemanfaatannya untuk roti. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*. 2020: 446-454.
- Risti, Y., & Rahayuni, A. (2013). Pengaruh Penambahan Telur Terhadap Kadar Protein, Serat, Tingkat Kekenyalan dan Penerimaan Mie Basah Bebas Gluten Berbahan Baku Tepung Komposit. (Tepung Komposit : Tepung Mocaf, Tapioka dan Maizena). *Journal of Nutrition College*. 2(4). 696-703. https://doi.org/10.14710/jnc.v2i4.3833.
- Sahrul, S., Parta, I. B. B., & Ruswanto, A. (2022). Pembuatan Margarin dari Cokelat yang Disubstitusi dengan Minyak Sawit Merah. *Journal of Bioenergy and Food Technology*. 1(2). p-ISSN : 2962-8008. e-ISSN : 2962-7990. https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/BFT.

- Salsabila, K., M. Ansori, & O. Paramita. (2019). *Eksperimen Pembuatan Cupcake Free Gluten Berbahan Dasar Tepung Biji Kluwih dengan Campuran Tepung Beras*. TEKNOBUGA. 7(1).
- Sari, M. L., & Pratama, R. A. (2024). Pengaruh Penambahan Psyllium Husk Terhadap Kualitas Roti Tawar Bebas Gluten. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 19 (3), 215-224.
- Sholeha, F. (2018). Kualitas Gizi Tempe dari Biji Ketapang (*Terminalia Catappa*) Dengan Perbedaan Waktu Fermentasi. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Silva, L. P., De Angelis, C. D., Bonamin, F., Kushima, H., Jose Mininel, F., Dos Santos, L. C., Delella, F. K., Felisbino, S. L., Vilegas, W., MacHado Da Rocha, L. R., Dos Santos Ramos, M. A., Bauab, T. M., Toma, W., & Hiruma-Lima, C. A. (2015). *Terminalia catappa L. : A medicinal plant from The Caribben Pharmacopeia with anti-Helicobacter pylori and antiulcer action in experimental rodent models*. *Journal of Ethnopharmacology*. 15(9). 285-295.
- Sitepu, K. M. (2019). Penentuan Konsentrasi Ragi pada Pembuatan Roti (Determining of Yeast Concentration on Bread Making). *Jurnal Penelitian Lampung*. 3(2). 195-204.
- Soekarto. (1985). Penilaian Organoleptik. *Pusat Pengembangan Teknologi Pangan*. IPB. Bogor.
- Standar Nasional (SNI). 01-3840-1995. *Syarat Mutu Roti Tawar*. Dewan Standar Nasional. Jakarta.
- Subagio, A., Windrati, W. S., Witono, Y., & Fahmi, F. (2008). *Produksi Operasi Standar (POS) : 'Produksi Mocal Berbasis Klaster'*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jember.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi, (1989). *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Suhartatik, N., Y. A. Widanti, W. N. Lestari, & Y. W. Wulandari. (2019). Yoghurt Susu Biji Ketapang (*Terminalia catappa*) dengan Variasi Jenis Starter dan Lama Fermentasi. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 11(2). 77-84.

- Valdez-Niebla, J.A., Paredes-Lopez, O., Vargas-Lopez, J.M. dan Hernandez-Lopez, D. (1993). *Moisture sorption isotherms and other physicochemical properties of nixtamalized amaranth flour*. Food Chemistry. 46 : 19-23.
- Winarno, F. G. (1991). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari, F., Nazarudin, & Moegiratul, A. (2021). *Pengaruh Jenis Bakteri Asam Laktat dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Fisik, Kimia, Organoleptik dan Mikrobiologi Tepung Mocaf*. Prosiding Saintek LPPM Universitas Mataram. 9-10.
- Yasa, I. W. S., Zainuri, M. A. Zaini, & T. Hadi. (2016). Mutu Roti Berbahan Dasar Mocaf : Formulasi dan Metode Pembuatan Adonan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 2(2). ISSN : 2443-1095.

LAMPIRAN

Lampirani 1. Data Rataan Kadar Abu Roti

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
M1S1	0.75	0.70	1.45	0.73
M1S2	0.78	0.75	1.53	0.77
M1S3	0.78	0.75	1.53	0.77
M1S4	0.79	0.76	1.55	0.78
M2S1	0.80	0.77	1.57	0.79
M2S2	0.80	0.77	1.57	0.79
M2S3	0.82	0.80	1.62	0.81
M2S4	0.84	0.80	1.64	0.82
M3S1	0.84	0.80	1.64	0.82
M3S2	0.85	0.82	1.67	0.84
M3S3	0.87	0.83	1.70	0.85
M3S4	0.93	0.90	1.83	0.92
M4S1	0.94	0.90	1.84	0.92
M4S2	0.95	0.92	1.87	0.94
M4S3	0.97	0.95	1.92	0.96
M4S4	1.00	1.00	2.00	1.00
Total	13.71	13.2	26.93	13.465
Rataan	0.86	0.83	1.68	0.84

Lampiran 2. Data Analisis Sidik Ragam Kadar Abu

SK	DB	JK	KT	F HIT	F Tabel		KET
					0.05	0.01	
Perlakuan	15	0.195	0.013	24.637	2.352	3.409	**
M	3	0.172	0.057	108.866	3.239	5.292	**
M Lin	1	0.17	0.17	313.88	4.494	8.531	**
M Kuadr	1	0.006	0.006	11.982	4.494	8.531	**
M Kub	1	0.000	0.000	0.740	4.494	8.531	TN
S	3	0.018	0.006	11.572	3.239	5.292	**
S Lin	1	0.018	0.018	33.80	4.494	8.531	**
S Kuad	1	0.000	0.000	0.716	4.494	8.531	TN
S Kub	1	0.000	0.000	0.200	4.494	8.531	TN
M X S	9	0.004	0.000	0.916	2.538	3.780	TN
Galat	16	0.008	0.001				
Total	31	0.204					

Keterangan :

Fk : 22.66327813

KK : 3%

** : berpengaruh sangat nyata

* : berpengaruh nyata

TN : berpengaruh tidak nyata

Lampiran 3. Data Rataan Kadar Air Roti

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
M1S1	37.00	38.00	75.00	37.50
M1S2	36.34	37.08	73.42	36.71
M1S3	36.28	36.54	72.82	36.41
M1S4	36.00	36.00	72.00	36.00
M2S1	35.67	35.62	71.29	35.65
M2S2	35.50	35.42	70.92	35.46
M2S3	35.44	35.38	70.82	35.41
M2S4	35.40	35.38	70.78	35.39
M3S1	35.10	35.20	70.30	35.15
M3S2	34.92	34.80	69.72	34.86
M3S3	34.20	34.25	68.45	34.23
M3S4	33.80	33.00	66.80	33.40
M4S1	32.82	32.54	65.36	32.68
M4S2	32.54	32.27	64.81	32.41
M4S3	32.22	32.00	64.22	32.11
M4S4	31.86	31.00	62.86	31.43
Total	555.09	554.5	1109.57	554.785
Rataan	34.69	34.66	69.35	34.67

Lampiran 4. Data Analisis Sidik Ragam Kadar Air

SK	DB	JK	KT	F HIT	F Tabel		KET
					0.05	0.01	
Perlakuan	15	95.653	6.377	63.092	2.352	3.409	**
M	3	87.819	29.273	289.626	3.239	5.292	**
M Lin	1	84.84	84.84	839.41	4.494	8.531	**
M Kuadr	1	2.306	2.306	22.814	4.494	8.531	**
M Kub	1	0.672	0.672	6.650	4.494	8.531	*
S	3	6.082	2.027	20.057	3.239	5.292	**
S Lin	1	6.041	6.041	59.77	4.494	8.531	**
S Kuad	1	0.020	0.020	0.193	4.494	8.531	TN
S Kub	1	0.021	0.021	0.207	4.494	8.531	TN
M X S	9	1.752	0.195	1.926	2.538	3.780	TN
Galat	16	1.617	0.101				
Total	31	97.270					

Keterangan :

Fk : 38473.29953

KK : 1%

** : berpengaruh sangat nyata

* : berpengaruh nyata

TN : berpengaruh tidak nyata

Lampiran 5. Data Rataan Daya Kembang Roti

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
M1S1	35.12	32.64	67.76	33.88
M1S2	40.12	40.00	80.12	40.06
M1S3	40.22	40.08	80.30	40.15
M1S4	41.12	41.12	82.24	41.12
M2S1	42.12	41.42	83.54	41.77
M2S2	42.12	42.24	84.36	42.18
M2S3	42.12	42.24	84.36	42.18
M2S4	43.12	42.42	85.54	42.77
M3S1	43.24	42.42	85.66	42.83
M3S2	43.36	42.44	85.80	42.90
M3S3	43.88	42.84	86.72	43.36
M3S4	44.54	43.44	87.98	43.99
M4S1	44.68	44.64	89.32	44.66
M4S2	44.84	44.84	89.68	44.84
M4S3	45.24	46.42	91.66	45.83
M4S4	48.64	47.54	96.18	48.09
Total	684.48	676.7	1361.22	680.61
Rataan	42.78	42.30	85.08	42.54

Lampiran 6. Data Analisis Sidik Ragam Daya Kembang Roti.

SK	DB	JK	KT	F HIT	F Tabel		KET
					0.05	0.01	
Perlakuan	15	288.358	19.224	45.207	2.352	3.409	**
M	3	204.722	68.241	160.477	3.239	5.292	**
M Lin	1	197.18	197.18	463.69	4.494	8.531	**
M Kuadr	1	1.403	1.403	3.299	4.494	8.531	TN
M Kub	1	6.139	6.139	14.436	4.494	8.531	**
S	3	42.459	14.153	33.283	3.239	5.292	**
S Lin	1	40.060	40.060	94.21	4.494	8.531	**
S Kuad	1	0.714	0.714	1.679	4.494	8.531	TN
S Kub	1	1.685	1.685	3.963	4.494	8.531	TN
M X S	9	41.177	4.575	10.759	2.538	3.780	**
Galat	16	6.804	0.425				
Total	31	295.162					

Keterangan

Fk : 57903.74651

KK : 2%

** : berpengaruh sangat nyata

* : berpengaruh nyata

TN : berpengaruh tidak nyata

Lampiran 7. Data Rataan Daya Serap Roti.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
M1S1	42.28	42.00	84.28	42.14
M1S2	42.85	43.00	85.85	42.93
M1S3	45.65	45.00	90.65	45.33
M1S4	45.98	45.70	91.68	45.84
M2S1	46.93	47.00	93.93	46.97
M2S2	49.48	48.00	97.48	48.74
M2S3	50.25	50.00	100.25	50.13
M2S4	50.73	50.00	100.73	50.37
M3S1	51.69	50.60	102.29	51.15
M3S2	53.47	53.00	106.47	53.24
M3S3	62.54	62.00	124.54	62.27
M3S4	65.79	65.00	130.79	65.40
M4S1	65.79	65.40	131.19	65.60
M4S2	66.08	65.60	131.68	65.84
M4S3	75.24	75.00	150.24	75.12
M4S4	77.75	77.00	154.75	77.38
Total	892.50	884.3	1776.8	888.4
Rataan	55.78	55.27	111.05	55.53

Lampiran 8. Data Analisis Sidik Ragam Daya Serap Roti.

SK	DB	JK	KT	F HIT	F Tabel		KET
					0.05	0.01	
Perlakuan	15	3894.768	259.651	1236.471	2.352	3.409	**
M	3	3348.489	1116.163	5315.220	3.239	5.292	**
M Lin	1	3221.13	3221.13	15339.16	4.494	8.531	**
M Kuadr	1	127.361	127.361	606.498	4.494	8.531	**
M Kub	1	0.001	0.001	0.003	4.494	8.531	TN
S	3	396.694	132.231	629.692	3.239	5.292	**
S Lin	1	368.996	368.996	1757.17	4.494	8.531	**
S Kuad	1	0.192	0.192	0.915	4.494	8.531	TN
S Kub	1	27.506	27.506	130.986	4.494	8.531	**
M X S	9	149.585	16.621	79.148	2.538	3.780	**
Galat	16	3.360	0.210				
Total	31	3898.128					

Keterangan

Fk : 98656.82

KK : 1%

** : berpengaruh sangat nyata

* : berpengaruh nyata

TN : berpengaruh tidak nyata

Lampiran 9. Data Rataan Organoleptik Aroma Roti.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
M1S1	2.70	2.65	5.35	2.68
M1S2	2.90	2.80	5.70	2.85
M1S3	2.90	2.85	5.75	2.88
M1S4	2.90	2.85	5.75	2.88
M2S1	2.90	2.85	5.75	2.88
M2S2	3.00	3.00	6.00	3.00
M2S3	3.10	3.00	6.10	3.05
M2S4	3.10	3.00	6.10	3.05
M3S1	3.20	3.05	6.25	3.13
M3S2	3.20	3.15	6.35	3.18
M3S3	3.20	3.25	6.45	3.23
M3S4	3.20	3.25	6.45	3.23
M4S1	3.30	3.27	6.57	3.29
M4S2	3.40	3.35	6.75	3.38
M4S3	3.60	3.47	7.07	3.54
M4S4	3.60	3.55	7.15	3.58
Total	50.20	49.3	99.54	49.77
Rataan	3.14	3.08	6.22	3.11

Lambran 10. Data Analisis Sidik Ragam Organoleptik Aroma Roti.

SK	DB	JK	KT	F HIT	F Tabel		KET
					0.05	0.01	
Perlakuan	15	1.941	0.129	44.616	2.352	3.409	**
M	3	1.719	0.573	197.611	3.239	5.292	**
M Lin	1	1.71	1.71	588.17	4.494	8.531	**
M Kuadr	1	0.013	0.013	4.414	4.494	8.531	TN
M Kub	1	0.001	0.001	0.249	4.494	8.531	TN
S	3	0.187	0.062	21.450	3.239	5.292	**
S Lin	1	0.166	0.166	57.38	4.494	8.531	**
S Kuad	1	0.020	0.020	6.897	4.494	8.531	*
S Kub	1	0.000	0.000	0.070	4.494	8.531	TN
M X S	9	0.035	0.004	1.340	2.538	3.780	TN
Galat	16	0.046	0.003				
Total	31	1.987					

Keterangan

Fk : 309.6316125

KK : 2%

** : berpengaruh sangat nyata

* : berpengaruh nyata

TN : berpengaruh tidak nyata

Lampiran 11. Data Rataan Organoleptik Rasa Roti.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
M1S1	3.10	3.00	6.10	3.05
M1S2	3.20	3.27	6.47	3.24
M1S3	3.25	3.32	6.57	3.29
M1S4	3.30	3.35	6.65	3.33
M2S1	3.07	3.12	6.19	3.10
M2S2	3.17	3.20	6.37	3.19
M2S3	3.26	3.24	6.50	3.25
M2S4	3.37	3.38	6.75	3.38
M3S1	3.40	3.42	6.82	3.41
M3S2	3.45	3.48	6.93	3.47
M3S3	3.50	3.57	7.07	3.54
M3S4	3.58	3.60	7.18	3.59
M4S1	3.64	3.67	7.31	3.66
M4S2	3.70	3.70	7.40	3.70
M4S3	3.22	3.28	6.50	3.25
M4S4	3.20	3.26	6.46	3.23
Total	53.41	53.9	107.27	53.635
Rataan	3.34	3.37	6.70	3.35

Lambran 12. Data Analisis Sidik Ragam Organoleptik Rasa Roti.

SK	DB	JK	KT	F HIT	F Tabel		KET
					0.05	0.01	
Perlakuan	15	1.119	0.075	58.361	2.352	3.409	**
M	3	0.524	0.175	136.785	3.239	5.292	**
M Lin	1	0.38	0.38	299.80	4.494	8.531	**
M Kuadr	1	0.004	0.004	2.995	4.494	8.531	TN
M Kub	1	0.137	0.137	107.560	4.494	8.531	**
S	3	0.045	0.015	11.843	3.239	5.292	**
S Lin	1	0.011	0.011	8.65	4.494	8.531	**
S Kuad	1	0.004	0.004	2.995	4.494	8.531	TN
S Kub	1	0.031	0.031	23.883	4.494	8.531	**
M X S	9	0.549	0.061	47.726	2.538	3.780	**
Galat	16	0.020	0.001				
Total	31	1.139					

Keterangan

Fk : 359.5891531

KK : 1%

** : berpengaruh sangat nyata

* : berpengaruh nyata

TN : berpengaruh tidak nyata.

Lampiran 13. Data Rataan Organoleptik Warna Roti.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
M1S1	3.40	3.30	6.70	3.35
M1S2	3.40	3.32	6.72	3.36
M1S3	3.10	3.20	6.30	3.15
M1S4	3.40	3.27	6.67	3.34
M2S1	3.10	3.05	6.15	3.08
M2S2	3.00	3.07	6.07	3.04
M2S3	3.10	3.10	6.20	3.10
M2S4	3.10	3.10	6.20	3.10
M3S1	3.20	3.18	6.38	3.19
M3S2	3.30	3.27	6.57	3.29
M3S3	3.50	3.45	6.95	3.48
M3S4	3.00	3.00	6.00	3.00
M4S1	3.20	3.12	6.32	3.16
M4S2	2.90	2.85	5.75	2.88
M4S3	3.10	2.95	6.05	3.03
M4S4	2.90	2.80	5.70	2.85
Total	50.70	50.0	100.73	50.365
Rataan	3.17	3.13	6.30	3.15

Lamapiran 14. Data Analisis Sidik Ragam Organoleptik Warna Roti.

SK	DB	JK	KT	F HIT	F Tabel		KET
					0.05	0.01	
Perlakuan	15	0.943	0.063	20.973	2.352	3.409	**
M	3	0.518	0.173	57.639	3.239	5.292	**
M Lin	1	0.26	0.26	86.23	4.494	8.531	**
M Kuadr	1	0.003	0.003	1.002	4.494	8.531	TN
M Kub	1	0.257	0.257	85.689	4.494	8.531	**
S	3	0.077	0.026	8.568	3.239	5.292	**
S Lin	1	0.041	0.041	13.56	4.494	8.531	**
S Kuad	1	0.008	0.008	2.504	4.494	8.531	TN
S Kub	1	0.029	0.029	9.640	4.494	8.531	**
M X S	9	0.348	0.039	12.886	2.538	3.780	**
Galat	16	0.048	0.003				
Total	31	0.991					

Keterangan

Fk : 317.0791531

KK : 2%

** : berpengaruh sangat nyata

* : berpengaruh nyata

TN : berpengaruh tidak nyata

Lampiran 15. Data Rataan Organoleptik Tekstur Roti.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
M1S1	2.80	2.70	5.50	2.75
M1S2	2.84	2.86	5.70	2.85
M1S3	2.90	2.93	5.83	2.92
M1S4	2.95	2.98	5.93	2.97
M2S1	3.00	3.00	6.00	3.00
M2S2	3.07	3.15	6.22	3.11
M2S3	3.20	3.25	6.45	3.23
M2S4	3.28	3.30	6.58	3.29
M3S1	3.30	3.35	6.65	3.33
M3S2	3.37	3.40	6.77	3.39
M3S3	3.42	3.45	6.87	3.44
M3S4	3.48	3.48	6.96	3.48
M4S1	3.50	3.54	7.04	3.52
M4S2	3.57	3.57	7.14	3.57
M4S3	3.60	3.66	7.26	3.63
M4S4	3.68	3.64	7.32	3.66
Total	51.96	52.3	104.22	52.11
Rataan	3.25	3.27	6.51	3.26

Lampiran 16. Data Analisis Sidik Ragam Organoleptik Tekstur Roti.

SK	DB	JK	KT	F HIT	F Tabel		KET
					0.05	0.01	
Perlakuan	15	2.572	0.171	168.284	2.352	3.409	**
M	3	2.372	0.791	775.955	3.239	5.292	**
M Lin	1	2.35	2.35	2308.96	4.494	8.531	**
M Kuadr	1	0.019	0.019	18.663	4.494	8.531	**
M Kub	1	0.000	0.000	0.245	4.494	8.531	TN
S	3	0.183	0.061	59.922	3.239	5.292	**
S Lin	1	0.181	0.181	177.57	4.494	8.531	**
S Kuad	1	0.002	0.002	2.074	4.494	8.531	TN
S Kub	1	0.000	0.000	0.120	4.494	8.531	TN
M X S	9	0.017	0.002	1.847	2.538	3.780	TN
Galat	16	0.016	0.001				
Total	31	2.588					

Keterangan

Fk : 339.4315125

KK : 1%

** : berpengaruh sangat nyata

* : berpengaruh nyata

TN : berpengaruh tidak nyata

Lampiran 17. Dokumentasi Penelitian di Laboratorium Pertanian



