

**PEMANFAATAN TEPUNG UMBI GARUT (*Maranta arundinacea*)
DAN BUBUK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) TERHADAP
CRACKERS BERNUTRISI TINGGI**

SKRIPSI

Oleh:

SYAHBINA SULISTIA

NPM: 2004310007

Program Studi: TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

**PEMANFAATAN TEPUNG UMBI GARUT (*Maranta arundinacea*)
DAN BUBUK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) TERHADAP
CRACKERS BERNUTRISI TINGGI**

SKRIPSI

Oleh:

SYAHBINA SULISTIA

NPM: 2004310007

Program Studi: TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata 1 (S1) pada
Fakultas pertanian universitas Muhammadiyah Sumatera utara

Komisi pembimbing:



Misril Fuadi, S.P., M.Sc.

Ketua

Disahkan Oleh:

Dekan



Asso. Prof. Dr. Dafid Mawar Tarigan, S.P., M.Si

Tanggal Lulus : 20 Agustus 2025

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : Syahbina Sulistia

NPM : 2004310007

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul "Pemanfaatan Tepung Umbi Garut (*Maranta arundinacea*) Dan Bubuk Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Crackers Bernutrisi Tinggi" adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan dari diri sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak mana pun.

Medan, September 2025

Yang menyatakan



Syahbina Sulistia

RINGKASAN

Crackers merupakan camilan yang dibuat dengan menggunakan tepung terigu dan minyak nabati ataupun mentega, diolah dengan atau tanpa menggunakan proses fermentasi dan memiliki tampilan yang pipih dan bertekstur rapuh. Namun penggunaan tepung terigu yang meningkat setiap tahunnya oleh sebab itu untuk mengatasi tingkat kenaikan diperlukan alternatif pengganti tepung terigu untuk mengatasi tingkat penggunaan tepung terigu. Alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti tepung terigu adalah tepung garut dan tepung kelor. Tujuan penggunaan tepung garut dan tepung kelor adalah untuk mengetahui kandungan nutrisi dan nilai organoleptik produk crackers yang diolah dengan menggunakan tepung garut dengan waktu pemanggangan yang bervariasi. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 (dua) ulangan. Faktor I adalah persentase tepung umbi garut dan bubuk daun kelor (F1) terdiri atas 4 taraf yaitu F1: 80%:20%, F2: 85%:15%, F3: 90%:10%, F4: 95%:5%. Faktor II adalah waktu pemanggangan (W) yang terdiri atas 4 taraf yaitu: W1: 15 menit, W2: 20 menit, W3: 25 menit, W4: 30 menit. Parameter yang diamati yaitu karbohidrat, protein, warna $L^* a^* b^*$, tekstur, organoleptik aroma dan rasa. Hasil menunjukkan penggunaan tepung garut dan bubuk kelor meningkatkan kandungan karbohidrat pada setiap perlakuan, namun kandungan protein tertinggi terdapat pada perlakuan F1W1 (F1: 80%:20% dan W1:15 menit). Semakin tinggi persentase bubuk daun kelor dan semakin menurun tepung garut, nilai karbohidrat semakin meningkat dan warna produk cenderung lebih gelap. Secara organoleptik aroma dan rasa produk berbeda sangat nyata aroma dan rasa pada produk kash daun kelor sangat kuat. Lama pemanggangan menyebabkan penurunan kadar protein pada perlakuan kedua, tiga dan keempat namun memenuhi standar SNI pada perlakuan pertama. Tekstur produk yang dihasilkan semakin rapuh seiring dengan bertambahnya waktu pemanggangan. Interaksi antara tepung umbi garut : bubuk daun kelor dan waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,01$) terhadap karbohidrat, protein, tekstur, warna $L^* b$ dan organoleptik rasa, namun berpengaruh tidak nyata ($P < 0,05$) pada parameter warna a^* dan organoleptik aroma.

Penelitian ini menyarankan memperhatikan penggunaan persentase tepung daun kelor dan disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan bahan atau perisa yang dapat menutupi dan mengurangi rasa pahit dan bau langu pada produk yang dihasilkan namun tetap mempertahankan keunggulan nutrisi daun kelor.

SUMMURY

Crackers are snacks made using wheat flour and vegetable oil or butter, processed with or without fermentation, and have a flat appearance and brittle texture. However, the use of wheat flour is increasing every year, so to address this increase, alternatives to wheat flour are needed to reduce the level of wheat flour usage. Alternatives that can be used as substitutes for wheat flour are garut flour and kelor flour. The purpose of using garut flour and kelor flour is to determine the nutritional content and organoleptic value of cracker products processed using garut flour with varying baking times. This study was conducted at the Agricultural Product Technology Laboratory of the University of Muhammadiyah North Sumatra. A completely randomized design (CRD) factorial with two replicates was used. Factor I is the percentage of cassava flour and moringa leaf powder (F1), consisting of 4 levels: F1: 80%:20%, F2: 85%:15%, F3: 90%:10%, F4: 95%:5%. Factor II is baking time (W), with 4 levels: W1: 15 minutes, W2: 20 minutes, W3: 25 minutes, W4: 30 minutes. The observed parameters were carbohydrates, protein, color $L^*a^*b^*$, texture, organoleptic aroma, and taste. The results showed that cassava flour and moringa powder increased carbohydrate content in each treatment. The highest protein content was found in F1W1 (F1: 80%:20% and W1: 15 minutes). Higher percentages of moringa leaf powder and lower percentages of arrowroot flour lead to higher carbohydrate content and a darker product color. The aroma and taste of moringa are stronger. Longer baking times decrease protein content after the first treatment but meet SNI standards initially. The product becomes more brittle with longer baking. There is a significant interaction ($P<0.01$) between cassava flour, moringa leaf powder, and baking time for carbohydrates, protein, texture, L^*b color, and taste, but not for a^* color or aroma ($P<0.05$).

The research suggests for paying attention to the percentage of moringa leaf flour used and recommends that future studies use ingredients or flavorings that can mask and reduce the bitter taste and pungent odor of the resulting product while still maintaining the nutritional benefits of moringa leaves.

RIWAYAT HIDUP

Syahbina Sulitia, dilahirkan di Pangkalan Brandan, pada tanggal 16 Januari 2003, anak pertama dari dua berdaudara dari Bapak Said Mursalin dan Ibu Yenny Susila.

Adapun pendidikan formal yang ditempuh penulis adalah:

1. Sekolah Dasar (SD) SD. Negeri 050757 Alur Dua (2008-2014)
2. Sekolah Menengah Pertama (SMP) SMP. Negeri 2 Babalan (2014-2017)
3. Sekolah Menengah Atas (SMA) SMA Swasta Dharma Patra Sei Lapan (2017-2020)
4. Mahasiswi Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2020-2025)

Adapun kegiatan dan pengalaman penulis yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa antara lain:

1. Mengikuti pengenalan Kehidupan Kampus Mahasiswa Baru (PKKMB) tahun 2020.
2. Berperan aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (HIMALOGISTA) tahun 2020-2022
3. Mengikuti program Merdeka Belahar Kampus Merdeka (MBKM) yaitu Pertukaran Mahasiswa Merdeka Batch 3 di Universitas Padjadjaran tahun 2023.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah Subhanahu Wata'ala, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini. Sholawat beriring dengan salam penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad Shallahu Alaihi Wassalam karena beliau lah yang telah membawa kita dari zaman jahiliah menuju zaman yang terang menderang ini. Penulis telah menyelesaikan proposal ini dengan judul **“Pemanfaatan Tepung Umbi Garut (*Maranta arundinacea*) Dan Bubuk Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap *Crackers* Bernutrisi Tinggi”**. Proposal ini disusun dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Strata 1 (S1) pada program studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si., 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 Bunga Raya Ketaren, S.P., M.Sc., Ph.D. selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4. Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc., selaku Ketua Komisi Pembimbing yang selalu mendukung dan memberi arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberi ilmu pengetahuan dan serta nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Seluruh staf Biro dan Pegawai Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kedua orang tua dan keluarga tercinta Bapak Said Mursalin dan Ibu Yenny Susila yang telah memberikan dukungan untuk tidak menyerah, kasih sayang serta doa tulus yang tiada terbalaskan kepada penulis.
8. Teman – teman Teknologi Hasil Pertanian Stambuk 2020 yang selama ini mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Skripsi.
9. Sahabat penulis Salisna Anggita yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bertujuan untuk penyempurnaan skripsi ini menjadi lebih baik.

Medan, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	3
Hipotesis Penelitian	3
Kegunaan Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
Umbi Garut	4
Tepung Garut	7
Daun Kelor.....	8
Tepung Daun Kelor.....	11
Crackers	12
Tepung Terigu	14
Pemanggangan	15
Karbohidrat	16
Protein.....	17
Organoleptik.....	20
BAHAN DAN METODE	22
Tempat dan Waktu.....	22
Bahan dan Alat Penelitian.....	22
Metode Penelitian	22
Model Rancangan Penelitian	23
Metode Analisis Data.....	24

Pelaksanaan Penelitian.....	24
Parameter Penelitian	24
HASIL DAN PEMBAHASAN	30
Karbohidrat	32
Protein	39
Tekstur.....	46
Warna L*	52
Warna a*	57
Warna b*	61
Organoleptik Rasa.....	67
Organoleptik Aroma.....	71
KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Kandungan Gizi Umbi Garut	6
2.	Kandungan Gizi Tepung Umbi Garut	7
3.	Kandungan Gizi Daun Kelor	10
4.	Kandungan Gizi Tepung Daun Kelor	11
5.	Syarat Mutu Crackers SNI 2973:1992.....	14
6.	Skala Uji Terhadap Aroma	27
7.	Skala Uji Organoleptik Rasa	28
8.	Pengaruh persentase formulasi tepung umbi garut dan daun kelor terhadap parameter yang diamati.....	30
9.	Pengaruh Waktu Pemanggangan Terhadap Parameter yang diamati.....	30
10.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung garut dan daun kelor terhadap karbohidrat	32
11.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter karbohidrat.	35
12.	Uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung kelor dan waktu pemanggangan terhadap karbohidrat	37
13.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap protein crackers	39
14.	Hasil uji beda rata-rata terhadap pengaruh waktu pemanggangan	42
15.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap protein.....	44
16.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap nilai tekstur crackers	46
17.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap nilai tekstur crackers.	48
18.	Uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap tekstur	50
19.	Hasil uji beda rata-rata persentase formulasi tepung terhadap parameter warna L* crackers	52

20.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter warna L* crackers.	54
21.	Uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap warna L*	56
22.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap parameter warna A* crackers	58
23.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter warna a* crackers	60
24.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap parameter warna b* crackers	61
25.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter warna b* crackers	63
26.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap warna b*	65
27.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap nilai organoleptik rasa crackers	67
28.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter rasa crackers	69
29.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap nilai organoleptik aroma crackers	71
30.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap organoleptik aroma crackers	73
31.	Uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap organoleptik aroma	75

DAFTAR GAMBAR

1.	Umbi Garut	4
2.	Daun Kelor.....	9
3.	Diagram Alir Pembuatan Crackers	29
4.	Grafik Pengaruh Formulasi Tepung Garut : Tepung Kelor Terhadap Parameter Karbohidrat.....	33
5.	Grafik Pengaruh Waktu Pemanggangan Terhadap Parameter Karbohidrat	36
6.	Hubungan Pengaruh Interaksi Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor dan Waktu Pemanggangan Terhadap Karbohidrat	38
7.	Grafik Pengaruh Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor Terhadap Parameter Protein	40
8.	Grafik Pengaruh Waktu Pemanggangan Terhadap Protein Crackers	43
9.	Hubungan Pengaruh Interaksi Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor dan Waktu Pemanggangan Terhadap Parameter Protein.	45
10.	Garik Pengaruh Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor Terhadap Parameter Tekstur	47
11.	Grafik Pengaruh Waktu Pemanggangan Terhadap Parameter Tekstur	49
12.	Grafik Hubungan Pengaruh Interaksi Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor dan Waktu Pemanggangan Terhadap Tekstur.	51
13.	Grafik Pengaruh Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor Terhadap Parameter Warna L*	53
14.	Grafik Pengaruh Waktu Pemanggangan Terhadap Parameter Warna L* Crackers.	55
15.	Grafik Hubungan Pengaruh Interaksi Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor dan Waktu Pemanggangan Terhadap Warna L*	57

16.	Grafik Pengaruh Formulasi Tepung Garut: Tepung Kelor Terhadap Parameter Warna a^* Crackers.....	58
17.	Grafik Pengaruh Waktu Pemanggangan Terhadap Parameter Warna a^* Crackers	60
18.	Grafik Pengaruh Formulasi Tepung Garut: Tepung Kelor Terhadap Parameter warna b^*	62
19.	Grafik Pengaruh Waktu Pemanggangan Terhadap Parameter Warna b^* Crackers	64
20.	Hubungan Pengaruh Interaksi Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor dan Waktu Pemanggangan Terhadap Warna b^*	66
21.	Grafik Pengaruh Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor Terhadap Parameter Rasa Crackers	68
22.	Grafik Pengaruh Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor Terhadap Parameter Organoleptik Aroma.	72
23.	Grafik Pengaruh Waktu Pemanggangan Terhadap Aroma Crackers	74
24.	Grafik Hubungan Pengaruh Interaksi Formulasi Tepung Garut dan Tepung Kelor dan Waktu Pemanggangan Terhadap Organoleptik Rasa.	76

Nomor	Judul	Halaman
-------	-------	---------

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Data Rataan Karbohidrat Crackers.....	87
2.	Data Rataan Protein Crackers	88
3.	Data Rataan Tekstur Crackers	89
4.	Data Rataan Warna L* Crackers	90
5.	Data Rataan Warna a* Crackers	91
6.	Data Rataan Warna b* Crackers.....	92
7.	Data Rataan Organoleptik Rasa Crackers	93
8.	Data Rataan Organoleptik Aroma Crackers	94
9.	Dokumentasi Penelitian	95

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Crackers ialah jenis camilan kue kering yang banyak disukai oleh masyarakat. Produk crackers dibuat menggunakan tepung terigu dan minyak nabati sebagai bahan utamanya, melalui proses fermentasi dan laminasi untuk dapat menghasilkan adonan yang tipis, bertekstur tapuh dan berlapis sesuai dengan SNI 01-2973-1992. Kerenyahan merupakan faktor utama yang menentukan kualitas crackers, oleh karena itu pemilihan jenis tepung yang sesuai menjadi sangat penting untuk menghasilkan produk bermutu baik (Ihro et al., 2018)

Tepung terigu, bahan baku utama crackers, berasal dari biji gandum yang kaya akan protein dan gluten, yang dapat memberikan struktur adonan yang kuat sehingga cocok untuk produk bakery. Namun, konsumsi gluten yang berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif untuk kesehatan. Gluten memiliki sifat yang sulit dicerna serta tidak mudah larut dalam air. Selain itu tingginya penggunaan tepung terigu menyebabkan peningkatan kegiatan impor gandum Indonesia setiap tahunnya. Menurut data Badan Pusat Statistik Jakarta (2020) menunjukkan bahwa impor gandum Indonesia mengalami peningkatan dari 10.096.299 ton di tahun 2018 menjadi 10.692.298 ton pada tahun 2019.

Kegiatan impor gandum yang mengalami peningkatan menimbulkan permasalahan ketahanan pangan dan nilai devisa negara, sehingga perlu adanya upaya untuk mengurangi ketergantungan pada impor gandum dengan memanfaatkan sumber bahan pangan lokal sebagai alternatif tepung terigu. Salah

satu bahan pangan lokal yang berpotensi adalah umbi garut (*Maranta arundinacea*)

yang banyak dijumpai di pulau Jawa, Maluku dan Sulawesi. Umbi garut memiliki nilai glikemik yang rendah, bebas gluten, serta tepung dan patinya mudah untuk dicerna. Tepung umbi garut bisa dimanfaatkan dalam berbagai produk pangan seperti kue, roti, dan mie sebagai pengganti tepung terigu (Mahwita dan Catur, 2022)

Selain umbi garut, daun kelor (*Moringa oleifera*) juga berpotensi menjadi bahan makanan serta sumber nutrisi, meskipun rasanya pahit dan kurang disukai. Daun kelor kaya akan zat gizi yang bermanfaat untuk mengatasi permasalahan kekurangan gizi dan dapat dimanfaatkan sebagai penambah rasa pada produk makanan. Penelitian Fahreina et al., (2018) mengatakan dalam jurnalnya bahwa substitusi tepung daun kelor sebanyak 10% menghasilkan produk berwarna hijau kecokelatan, bertekstur renyah, rasanya tidak pahit, aroma normal pada produk crackers yang dihasilkan. Penelitian terdahulu, seperti penelitian yang dilakukan oleh Hani et al., (2023), telah meneliti formulasi crackers dengan penggantian tepung umbi garut dan umbi jalar, dalam jurnalnya menghasilkan kandungan gizi standar SNI seperti protein, lemak, serat, karbohidrat, kadar air, dan kadar abu. Penelitian Uhamka (2023) mengatakan bahwa daun kelor berpotensi untuk meningkatkan kandungan nutrisi serta kualitas sensori produk kue kering. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang ***“Pemanfaatan Tepung Umbi Garut (*Maranta arundinacea*) dan bubuk daun kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Crackers Bernutrisi Tinggi.”***

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kandungan gizi dari produk crackers yang dibuat dengan menggunakan tepung umbi garut dan bubuk daun kelor.
2. Untuk menganalisis karakteristik organoleptik dari hasil formulasi crackers.
3. Untuk menganalisis pengaruh waktu pemanggangan terhadap kandungan nutrisi dan nilai organoleptik crackers.
4. Untuk mengembangkan formulasi optimal cracker yang dibuat dengan bahan dasar kombinasi tepung garut dan bubuk daun kelor pengganti tepung terigu.

Hipotesis Penelitian

1. Adanya pengaruh perbandingan tepung umbi garut dan bubuk daun kelor terhadap kandungan nutrisi dan sifat organoleptik pada *crackers*.
2. Adanya pengaruh waktu pemanggangan terhadap kadar nutrisi dan nilai organoleptik crackers.
3. Adanya interaksi antara formulasi *crackers* dan waktu pemanggangan terhadap nutrisi dan organoleptik *crackers*.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan tugas akhir pada program studi teknologi hasil pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Sebagai bahan ilmiah penyusun skripsi yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata (S1) di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Sebagai sumber informasi mengenai potensi umbi garut dan alternatif bahan baku lokal berupa tepung umbi garut dan bubuk daun kelor yang dapat digunakan untuk pengembangan produk pangan

TINJAUAN PUSTAKA

Umbi Garut

Umbi garut merupakan tanaman herba dari famili *Maranceae* dan mengandung zat tepung yang tinggi (Valencia et al., 2015). Umbi garut (*Maranta arundinacea*) ialah sumber bahan pangan lokal Indonesia yang dapat ditemui di pulau Jawa, Maluku, dan Sulawesi. Umbi garut atau *Arrowroot* memiliki bentuk rimpang dan bulat lonjong, berwarna putih dan kulitnya bersisik berwarna cokelat muda. Umbi garut dapat tumbuh tinggi mencapai 75-90 cm, panjangnya 10-27 cm dan lebar 4-5 cm (Andiani et al., 2012). Umbi garut tergolong jenis umbi-umbian yang digunakan sebagai sumber karbohidrat alternatif. Tepung dan pati yang diperoleh dari umbi garut bisa dimanfaatkan menjadi produk olahan pangan (Ratnaningsih dan Nugraheni, 2010).



Gambar 1. Umbi Garut

Tanaman umbi garut termasuk ke dalam komoditas yang memiliki potensi tinggi untuk dibudidayakan karena berfungsi sebagai pengganti tepung terigu (Ramadhani et al., 2022). Keunggulan umbi garut yaitu mudah untuk dicerna,

tidak mengandung gluten, memiliki kandungan indeks glikemik yang rendah (GI= 14)

apabila dibandingkan dengan jenis umbi lainnya, sehingga umbi garut cocok dijadikan pengganti nasi bagi penderita diabetes (Marjan, 2021).

Table 1. Kandungan Gizi Umbi Garut

Kandungan Gizi	Jumlah Kandungan Gizi
Energi	335kkal
Protein	0,7 gr
Lemak	0,2 gr
Karbohidrat	85,2 gr
Kalsium	8 mg
Fosfor	22 mg
Serat	4,34 gr
Besi	1,5 mg
Vitamin	0,09 mg
Air	13,60 gr

Sumber : (Koswara, 2013)

Tingkatan taksonomi tanaman umbi garut menurut (Khasanah et al., 2023) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Liliopsida*

Ordo : *Zingiberales*

Genus : *Maranta*

Spesies : *Maranta arundinacea Linn*

Tepung Garut

Tepung garut merupakan serbuk yang diperoleh dari hasil pengolahan umbi garut, memiliki tekstur halus dan mudah untuk dicerna. Proses pembuatan tepung umbi garut, umbi akan melewati proses penggilingan hingga menjadi tepung. Tepung dan pati yang diperoleh dari umbi garut dapat digunakan sebagai bahan baku dalam industri pangan untuk dimanfaatkan dan diolah menjadi berbagai produk makanan (Ratnaningsih dan Nugraheni, 2010).

Tepung umbi garut memiliki potensi pengganti tepung terigu dalam proses pengolahan makanan. Penggunaan tepung umbi garut dapat mendorong inovasi dalam bidang pangan sekaligus membantu mengurangi ketergantungan pada tepung terigu. Tepung umbi garut telah diterapkan sebagai bahan pembuatan berbagai produk seperti kue kering biskuit, crackers, mie, roti, kue serta pengganti nasi (Mahwita dan Catur, 2022).

Table 2. Kandungan Gizi Tepung Umbi Garut

Kandungan Gizi	Jumlah Kandungan Gizi
Kalori	355 kkal
Protein	0,07 gr
Lemak	0,20 gr
Karbohidrat	85,2 gr
Kalsium	8 mg
Kalium	454 mg
Fosfor	22 mg
Besi	1,5 mg
Vitamin B1	0,09 mg
Vitamin C	0,09 mg

Sumber: (Mulyana dan Farida, 2023)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mey et al., (2014) mengenai penggunaan tepung umbi garut dalam pembuatan biskuit tinggi protein, biskuit yang dibuat dengan tepung umbi garut memiliki kandungan protein sebesar 10,79 % jika dibandingkan dengan biskuit kontrol, biskuit yang dibuat hanya menggunakan tepung terigu. Setiap 100 gram biskuit dari tepung umbi garut dapat memenuhi kebutuhan protein sebesar 17,57% per hari.

Menurut penelitian Ari (2018) tepung umbi garut digunakan dalam produk makanan dengan cara disubstitusikan atau menggantikan sebagian tepung terigu dalam proses pengolahan produk. Tepung umbi garut berfungsi sebagai bahan pemberi tekstur renyah dan dapat meremahkan produk dalam pengolahan pangan sehingga cocok digunakan dalam produk kue kering seperti *crackers*.

Daun Kelor

Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan herbal dari genus *Moringaceae* yang berasal dari daerah pegunungan Himalaya. Daun kelor memiliki ciri khas yaitu daunnya yang kecil, berbentuk bulat seperti telur dan bersirip tidak sempurna. Meskipun ukurannya kecil daun kelor dikenal dengan sebutan *The Miracle Tree*.



Gambar 2. Daun Kelor

Menurut Integrated Taxonomic Informaticon System (2017), klasifikasi tanaman kelor sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
 Divisi : *Spermatophyta*
 Kelas : *Dicotyledoneae*
 Ordo : *Brassicales*
 Familia : *Moringaceae*
 Genus : *Moringa*

Daunnya berwarna hijau berbentuk bulat seperti telur ini memiliki kandungan nutrisi yang berlimpah, sehingga bermanfaat untuk tubuh, berpotensi mengatasi kekurangan nutrisi, mencegah serta mengobati penyakit dan dimanfaatkan sebagai penambah rasa pada makanan (Fitriani et al., 2020). Aroma khas dan rasa dari daun kelor membuat tumbuhan kelor kurang diminati oleh masyarakat. Dibalik aroma dan rasanya yang pahit terdapat kandungan protein sebanyak 28,25%, Beta karoten (Pro-Vitamin A) 11,93 mg, Kalsium 2241,19 mg, Besi 26,91 mg dan Magnesium 28,03 mg (Zakaria et al., 2013).

Moringa oleifera memiliki sifat sebagai antioksidan dan anti inflamasi. Kandungan antioksidan dalam daun kelor diantaranya yaitu saponin, alkaloids, fitosterols, tannins, fenolik dan flavonoid. Kandungan flavonoid dalam daun kelor berfungsi sebagai antioksidan yang dapat mengendalikan oksidasi dalam sel tubuh dan bersifat bakteriostatik yang dapat menghambat tumbuhnya bakteri. Selain itu, flavonoid berperan sebagai anti mikroba, antivirus, antioksidan, dan anti hipertensi (Binawati dan Amilah, 2013)

Moringa oleifera atau tanaman yang dikenal dengan sebutan Miracel Tree (pohon ajaib) karena bagian keseluruhan tanaman kelor mulai dari biji hingga akarnya memiliki berbagai kandungan yang bermanfaat (Anwar dan Kristiastuti, 2019). Pada 100 gram daun kelor memiliki kandungan vitamin C yang setara dengan 7 jeruk, vitamin A pada daun kelor 4 kali lipat wortel, kalsiumnya 4 kali lipat dari susu dan 3 kali kalsium pisang serta proteinnya 2 kali lipat yoghurt (Britany dan Sumarni, 2021).

Table 3. Kandungan Gizi Daun Kelor

Kandungan Gizi	Daun Kering
Kalori	329 kkal
Protein	29,4 gr
Lemak	5,2 gr
Karbohidrat	41,2 gr
Serat	12,5 gr
Kalsium	2185 mg
Magnesium	448 mg
Tembaga	0,49 mg
Besi	25,6 mg
Vitamin B1	2,02 mg

Vitamin C	15,8 mg
Vitamin E	10,8 mg

Sumber: (Augustyn et al., 2017)

Tepung Daun Kelor

Tepung daun kelor dibuat melalui proses pemisahan daun kelor dari tangkai, pucuk dan daun yang menguning, setelah itu akan melalui proses pencucian, pengeringan, penggilingan serta pengayakan menggunakan ayakan 80 mesh agar memperoleh tepung dengan tekstur yang halus (Kusumawardani et al., 2018)

Tepung daun kelor mempunyai kadar protein yang cukup tinggi yaitu 31,23% dari 100 gram bahan (Deynatari, 2022). Selain tinggi protein, terdapat kuersentin dengan kemampuan antioksidan empat kali lipat dari vitamin C (Sutrisno, 2011). Dalam 100 gram tepung daun kelor terdapat energi sebesar 358 kkal, protein 27,19 gram, lemak 2,30 gram, karbohidrat 38, 20 gram, zat besi 28,20 mg dan serat 19,20 gram (Viani et al., 2023)

Tepung daun kelor mengandung mikronutrien β -karoten, Zink (Zn), Mangan (Mn) dan Besi (Fe) yang tinggi, sebanding dengan kadar yang ditemukan pada bayam. Makanan yang diperkaya dengan daun Kelor dapat menjadi sumber β -karoten dan mineral yang baik terutama untuk negara-negara tropis (Glover et al., 2017).

Table 4. Kandungan Gizi Tepung Daun Kelor

Kandungan Gizi	Jumlah Kandungan Gizi (100gr)
Kadar Air	9,75 gr
Kadar Abu	7,85 gr

Lemak	2,30 gr
Protein	27,19 gr
Karbohidrat	38,20 gr
Serat	19,20 gr
Vitamin C	17,30 gr

Sumber : (Augustyn et al., 2017)

Crackers

Crackers merupakan makanan yang bahan utama dalam pembuatannya berasal dari tepung terigu. *Crackers* termasuk makanan ringan yang banyak disukai, mudah untuk dijumpai dan beraneka ragam bentuk dan rasa. Diolah dengan metode fermentasi atau tanpa proses fermentasi, memiliki tekstur renyah dan tampilannya berlapis-lapis (Fambrene et al., 2016).

Menurut SNI 01-2973-1992 tentang *crackers*, *crackers* dibuat dengan menggunakan tepung terigu dan lemak seperti minyak, diolah dengan atau tanpa adanya proses fermentasi, serta melalui proses laminasi untuk membuat adonan menjadi berbentuk tipis dan ketika dipatahkan akan terasa rapuh dan tampak berlapis-lapis. *Crackers* termasuk salah satu jenis kue kering seperti biskuit yang umumnya dikonsumsi masyarakat sebagai camilan yang dinikmati oleh berbagai kalangan usia, serta memiliki berbagai jenis rasa dan bentuknya pun beragam.

Crackers menurut Ferazuma et al., (2011) crackers dibuat tanpa menggunakan tambahan telur dalam adonannya serta membutuhkan proses fermentasi dan laminasi yang membuatnya berbeda dari produk biskuit

Table 5. Syarat Mutu Crackers SNI 2973:1992

Kriteria Uji	Persyaratan
Bau	Normal
Rasa	Normal
Warna	Normal
Tekstur	Normal
Kadar Air (b/b)	Maks. 5
Protein (N x 6,25) (bxb)	Maks.9
Asam Lemak Bebas (sebagai asam oleat) (bxb)	Min. 7
Timbal (Pb)	Maks. 0,5
Kadmium (Cd)	Maks. 0,2
Merkuri (Hg)	Maks. 40
Arsen (As)	Maks.0,05
Coliform	20
Eschericia coli	< 3
Salmonela Sp.	Negatif/ 25 g

Sumber : SNI 01-2973-1992

Tepung Terigu

Menurut SNI 3751-2018 Tepung terigu memiliki bentuk serbuk, berwarna putih khas terigu, terbebas dari bau asing dan benda asing, kadar air pada tepung terigu maksimal 14,5 %, dengan kadar abu maksimal 0,07 % dan kandungan protein minimal 7,0 %. Tepung terigu adalah bubuk yang terbuat dari biji gandum yang dihaluskan dan umumnya dimanfaatkan dalam proses pembuatan mie, kue dan produk roti. Tepung terigu memiliki kandungan gluten yang optimal sehingga membuat tepung terigu berbeda dengan tepung-tepung lainnya.

Gluten adalah protein alami yang secara alami terkandung di semua jenis sereal, tidak larut dalam air dan bersifat elastis sehingga dapat membuat

kerangka yang kokoh dan kenyal. Gluten tidak dapat larut dalam air dan bersifat elastis sehingga sulit untuk dicerna. Selain mengandung gluten tepung terigu mengandung kadar serat yang rendah (Ihro et al., 2018).

Tepung terigu mengandung karbohidrat kompleks yang tidak dapat larut dalam air dan mengandung gluten. Tepung terigu dibagi menjadi tiga jenis yaitu, tepung terigu protein tinggi kandungan protein (11% - 13% atau lebih) kandungan glutennya lebih tinggi sehingga adonan menjadi elastis. Tepung terigu protein sedang dengan kadar protein (8% - 10%) sehingga cocok untuk adonan yang memiliki tekstur lembut dan mengembang. Tepung terigu rendah protein mengandung kadar protein (6% - 8%) digunakan untuk produk yang bertekstur renyah (Umar dan Anisah, 2024).

Pemanggangan

Pemanggangan merupakan langkah akhir dalam pengolahan makanan yang berperan penting dalam menentukan kualitas produk. Saat proses pemanggangan berlangsung, terjadi reaksi Maillard, yaitu reaksi non-enzimatik antara gugus karboksil dari gula pereduksi dengan gugus amino. Reaksi maillard menyebabkan perubahan sifat kimia dan sifat fisik pada bahan pangan serta dapat meningkatkan sifat fungsional produk pangan (Nooshkam et al., 2020)

Proses pemanggangan dalam pengolahan pangan bertujuan untuk meningkatkan nilai sensori (aroma, rasa dan tekstur), meningkatkan daya cerna makanan melalui proses degradasi senyawa kompleks, mengurangi aktivitas kadar air agar dapat memperpanjang umur simpan produk dan mengurangi kandungan lemak (Hidayat et al., 2024). Menurut Gisslen (2016) sebagian besar jenis *cookies*

dan kue kering dipanggang pada suhu yang relatif tinggi yaitu pada suhu 150°C hingga 200°C dengan waktu yang singkat yaitu antara 10 menit sampai 30 menit.

Karbohidrat

Karbohidrat merupakan nutri makromolekul yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen dan oksigen, dengan rumus kimia umum CH_2O . Karbohidrat terbagi menjadi monosakarida, disakarida dan polisakarida yang masing-masing memiliki senyawa berbeda. Monosakarida merupakan jenis karbohidrat sederhana yang terdiri dari satu unit gula yang tidak dapat dipecahkan lebih lanjut menjadi gula sederhana. Monosakarida tidak larut dalam pelarut non-polar namun dapat larut dalam air, berbentuk kristal, tak berwarna dan memiliki rasa manis (Fitri et al., 2020). Disakarida merupakan karbohidrat yang terdiri dari dua molekul monosakarida. Rumus umum disakarida yaitu $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Disakarida mempunyai rasa manis, dapat larut dalam air, berfungsi sebagai sumber energi tubuh. Sukrosa, laktosa dan maltosa merupakan bentuk umum dari disakarida. Polisakarida merupakan karbohidrat kompleks dari monosakarida dan disakarida yang terikat melalui ikatan glikosidik. Bentuk umum dari polisakarida adalah glukosa dan selulosa (Larasati et al., 2023)

Karbohidrat berperan sebagai sumber energi utama bagi tubuh manusia, menyediakan 4 kalori per gram untuk aktivitas tubuh. Karbohidrat terdiri dari gula, serat dan pati (Akbar et al., 2023) Karbohidrat dapat ditemukan pada bahan pangan, seperti padi-padian atau sereal, umbi-umbian, kacang dan juga buah. Karbohidrat memiliki fungsi sebagai pengatur metabolisme lemak dan protein dalam tubuh, sumber energi, mencegah pemecahan protein yang berlebih dan mencegah ketosis (Aliwasa et al., 2024).

Karbohidrat dapat diuji dengan menggunakan Uji Molisch, iodin, Benedict, Seliwanoff dan uji Osazon. Uji molisch dilakukan untuk membuktikan adanya karbohidrat secara umum. Apabila sampel berubah warna ungu kemerahan berbentuk cincin maka sampel positif mengandung karbohidrat. Uji Iodin dilakukan untuk mengidentifikasi karbohidrat bergolongan polisakarida ditandai adanya perubahan warna biru (mengandung pati), cokelat (mengandung glikogen) dan merah (mengandung dekstrin). Uji benedict dilakukan untuk mengidentifikasi monosakarida seperti glukosa, fuktosa, dan galaktosa yang ditandai dengan terbentuknya warna merah di dasar tabung. Uji Seliwanoff dilakukan untuk mengidentifikasikan gugus aldose dan guguk ketosa yang ditandai oleh terbentuknya warna merah ceri diduga adanya fruktosa, namun apabila tidak berubah menjadi warna merah ceri maka diduga mengandung glukosa, dan galaktosa. Uji osazon digunakan untuk mengetahui jenis karbohidrat melalui proses pembentukan kristal osazon. Apabila kristal osazon berbentuk seperti jarum maka sampel mengandung glukosa dan fruktosa, jika kristal berbentuk seperti buga matahari menandakan adanya maltose, kristal yang berbentuk seperti bubuk menandakan adanya laktosa (Nurprialdi et al., 2023).

Protein

Protein merupakan polimer yang tersusun dari monumer asam amino yang memiliki rumus kimia COOH-RH-NH_2 dan terhubung melalui ikatan peptida ataupun rantai linear (Depkes RI, 2020). Protein adalah sumber asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O dan N. Struktur protein berbeda dengan karbohidrat dan lemak. Protein mengandung unsur nitrogen yang mana berfungsi untuk menentukan kadar protein (Ispitasari dan Haryanti, 2022)

Protein dapat dijumpai dalam bahan pangan hewani, seperti daging, ikan, ayam, susu dan telur, serta protein dapat ditemui dari sumber bahan pangan nabati yang berasal dari tumbuhan. Protein berperan dalam proses tumbuh kembang tubuh, pembentukan otot, dan sel darah merah, serta berperan sebagai perahanan tubuh. Protein dapat menjadi sumber enerfi alternatif apabila karbohidrat untuk tubuh tidak tercukupi. Protein termasuk komponen utama dalam sistem biologi yang berperan menggantikan jaringan tubuh yang rusak dan penyedia sumber energi. Protein membentuk sebagian besar stuktur di dalam sel sebagai enzim dan pigmen respirator (Rismayanthi, 2006)

Protein memiliki empat golongan berdasarkan tingkatnya, yaitu primer, sekunder, tersier dan kuarter. Struktur primer merupakan urutan linier asam amino yang terhubung oleh ikatan peptida. Struktur primer dibaca dan ditulis dari ujung amino-terminal (N) ke ujung karboksil-terminal (C). Stuktur skunder adalah struktur protein dimana helik-allfa dan lembaran beta umum terjadi yang terjadi dalam rantai polipeptida dan distabilkan oleh ikatan hidrogen. Sktuktur tersier adalah terjadinya interaksi hidrofobik dan hidrofilik yang merupakan faktor kritis yang berkontribusi terhadap struktur tersier dan struktur tersier merupakan tingkatan dimana ikatan kovalen terbentuk. Stuktur kuarter adalah level dimana idua atau lebih protein berinteraksi untuk membentuk protein fungsional, yang disebut sebagai kooperativitas (Lapelusa dan Kaushik, 2022)

Uji protein dapat diuji dilakukan dengan menggunakan metode Biuret, Uji Ninhydrin, Uji Millon, Metode Kjeldah, dan dapat dianalisis menggunakan metode Spektrofotometri Uv-Vis. Uji biuret digunakan unruk menunjukkan adanya ikatan peptida dalam zat yang diuji. Rekasi yang dihasilkan yaitu

munculnya warna ungu apabila suatu sampel yang diuji mengandung protein . Uji Ninhydrin merupakan uji untuk asam amino alfa yang dapat dilakukan dengan larutan 1% ninhydrin dan ditandai adanya perubahan warna menjadi warna ungu kebiruan. Uji Millon merupakan uji untuk menentukan asam amino tirosin dalam protein dengan menambahkan larutan millon dan tanda adanya protein dalam suatu sampel yaitu terjadinya perubahan warna menjadi merah (Dirga et al., 2018). Penentuan kadar protein menggunakan metode Kjeldah terdiri dari 3 langkah yaitu, destruksi, destilasi dan titrasi (Nisah et al., 2021). Spektrofotometri Uv-Vis diunakan untuk mengukur transmitansi reflektansi dan absorbansi dari panjang gelombang yang berfungsi untuk menganalisa senyawa kimia. Untuk dapat menggunakan spektrofotometri Uv-Vis ada beberapa tahap yang harus dipersiapkan, yaitu penentuan panjang gelombang maksimum, pembuatan kurva kalibrasi dan penentuan kadar protein (Dwiningrum et al., 2023).

Protein merupakan salah satu komponen utama dalam sistem biologi yang berfungsi sebagai pengganti jaringan tubuh yang rusak, sumber energi. Protein membentuk sebagian besar stuktur di dalam sel sebagai enzim dan pigmen respirator. Dalam kehidupan sehari-hari protein dapat dijumpai dari bahan pangan hewani dan nabati. Protein yang berasal dari hewani yaitu daging, ikan, ayam, telur dan susu sedangkan protein nabati berasal dari tumbuhan. Protein diperlukan dalam proses pertumbuhan, perkembangan, pembentuk otot, sel darah merah, sebagai pertahanan tubuh. Protein dapat berperan sebagai energi apabila karbohidrat yang dikonsumsi tidak tercukupi (Rismayanthi, 2006).

Organoleptik

Uji organoleptik merupakan metode pengujian yang memanfaatkan indera manusia sebagai instrumen utama dalam menilai karakteristik sensori dari suatu bahan atau produk. Uji organoleptik atau juga dikenal sebagai tes sensorik yang melibatkan indera manusia tidak hanya sebagai objek analisis tetapi juga sebagai penentu data yang diperoleh yang kemudian akan dianalisis menggunakan metode ilmiah (Faridah et al., 2020). Untuk melakukan uji organoleptik dibutuhkan ruang yang terdiri dari bagian persiapan (dapur), ruang pencicip dan ruang tunggu. Penilaian uji organoleptik penting dilakukan agar produk sesuai dengan kebutuhan, preferensi konsumen dan agar produk tetap dalam kondisi aman berkualitas. Pengujian organoleptik meliputi warna, rasa, bau atau aroma dan tekstur.

Warna merupakan sifat penting dalam produk yang perlu diperhatikan secara serius karena warna merupakan kesan pertama yang muncul dan dinilai oleh panelis. Meskipun produk yang dihasilkan memiliki tekstur yang baik dan bernilai gizi tinggi, daya terima dapat mengalami penurunan apabila warna produk tampak kurang menarik (Wadli et al., 2022). Pengujian warna dapat dilakukan dengan melibatkan indera penglihat yaitu mata dan dapat juga dengan menggunakan alat *chromatometer* untuk mengukur intensitas cahaya yang diserap maupun dipantulkan oleh sampel. Pada *chromatometer* penilaian warna terdiri tiga notasi yaitu L^* , a^* dan b^* .

Rasa dapat dinilai dengan indera perasa yang ditentukan dengan cecapan dan rangsangan mulut. Rasa yang ditimbulkan dari suatu produk menentukan penilaian karena rasa memiliki peran yang penting dalam mutu produk ataupun

bahan pangan. Aroma yang disebarkan oleh produk merupakan daya tarik yang kuat dan mampu merangsang indera penciuman sehingga dapat meningkatkan selera dan daya tarik produk (Arziyah et al., 2022).

Tekstur merupakan permukaan suatu objek yang dapat dirasakan melalui indra peraba, indra perasa maupun secara visual. Tekstur mencakup berbagai karakteristik seperti halus, kasar, lembut, licin, berlunak, keras dan sebagainya. Uji tekstur merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik seperti kekerasan, kelengketan, ataupun kerapatan suatu produk. Dalam produk pangan tekstur merupakan hal yang penting oleh karena itu perlunya dilakukan pengujian tekstur produk karena dapat mempengaruhi nilai makanan dan daya terima masyarakat. Selain menggunakan indera peraba, indra perasa maupun secara visual, tekstur dapat diuji dengan menggunakan alat texture analyzer, rheometer, viskometer, image texture analyzer dan alat penetrometer (Herlambang et al., 2019).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, pada bulan Agustus 2024 hingga Desember 2024.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tepung umbi garut yang didapatkan di toko wainmart melalui marketplace, bubuk daun kelor, margarin, garam, *baking powder*, ragi, gula halus, Biuret, NaOH 30%, HCl 30%, Arsenomolibdat, Reagen nelson A dan B dan Aquadest.

Peralatan yang digunakan untuk membuat crackers adalah timbangan analitik, *rolling pin*, *blender*, wadah, spatula, nampan, cetakan *crackers*, loyang, sendok, kuas oles kue, *baking paper*, oven dan *plastic wrap*. Alat yang digunakan untuk analisis adalah timbangan analitik, oven, penjepit, pipet tetes, kertas saring, erlenmeyer, corong bucher, labu ukur dan buret, chromatometer.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu:

Faktor I: Konsentrasi Tepung Umbi Garut dan Bubuk Daun Kelor

F1 : 80% : 20%

F3: 90% : 10%

F2 : 85% : 15%

F4: 95% : 5 %

Faktor II: Konsentrasi Waktu Pemanggangan (W)

W1 : 15 menit

W3: 25 menit

W2 : 20 menit W4 : 30 menit

Banyaknya kombinasi perlakuan (Tc) adalah $4 \times 4 = 16$, maka jumlah ulangan (n) adalah sebagai berikut:

$$Tc (n-1) \geq 15$$

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

$$16n \geq 31$$

$$n \geq 31$$

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

Model Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan model:

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

Di mana:

Y_{ijk} : hasil pengamatan faktor A pada taraf ke-i, faktor B pada taraf ke-j dan ulangan ke-k

μ : Rataan umum

α_i : Pengaruh faktor F pada taraf ke-j

β_j : Pengaruh faktor W pada taraf ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$: Interaksi Faktor W pada taraf ke-i dan faktor F pada taraf ke -j

ϵ_{ijk} : Pengaruh galat pada faktor F taraf ke-i, faktor W taraf ke-j dalam ulangan ke-k.

Metode Analisis Data

Data hasil penelitian akan dianalisis dengan menggunakan uji ANOVA ($\alpha = 0.05$).

Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pertama yakni timbang semua bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *crackers*. Kemudian masukkan margarin, gula bubuk, garam dan susu skim diaduk hingga merata dan tambahkan air lalu aduk kembali sampai merata. Setelahnya tambahkan tepung umbi garut, bubuk daun kelor, ragi dan *baking powder* aduk adonan hingga kalis. Tutup dengan kain dan diamkan adonan selama 30 menit, setelah itu pipihkan adonan dengan *roling pin* dengan ketebalan 2 mm berbentuk lembaran dan pembentukan lubang pada adonan ± 10 lubang dan kemudian disusun pada loyang yang sudah dilapisi dengan margarin. Adonan dipanggang menggunakan oven pada waktu yang beragam dengan suhu 160°C .

Parameter Penelitian

Pengamatan dan analisa dilakukan pada beberapa parameter, yaitu kandungan karbohidrat, protein, uji tekstur, uji warna L^* , a^* , b^* , serta penilaian organoleptik terhadap rasa dan aroma produk.

Kadar Protein

Protein tersusun dari asam amino yang mengandung unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen. Protein terdapat dalam makanan yang dikonsumsi oleh manusia yang perannya tidak hanya untuk membentuk sel-sel tubuh tapi juga berperan sebagai sumber energi. Analisis kadar protein penting dilakukan pada produk pangan. Hal ini berkaitan dengan proses pemanasan pada bahan pangan

yang dapat mengubah nilai nutrisinya. Penelitian uji protein produk crackers menggunakan metode Spektrofotometri uv-vis, sebagai berikut:

Pembuatan larutan induk 0,1 gram BSA (Bovine serum albumin) dalam 10 ml aquadest dengan konsentrasi 10.000 ppm. Kemudian dilakukan pembuatan kurva standart seri 100, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, dan 10.000 ppm. Penentuan operating time larutan standar sebanyak 1,5 ml ditambahkan akuades sampai 10 ml dalam tabung reaksi, ditambahkan 5 ml reagen biuret, lalu di analisa pada panjang gelombang maksimum selama 20, 30, 40 menit. Penentuan panjang gelombang maksimal, 1,5 ml larutan standar ditambahkan dengan akuades 10 ml kemudian ditambahkan 6 ml reagen biuret lalu di analisa dengan alat spektro pada panjang gelombang 400-800 nm. Pengukuran kadar protein sampel yaitu, 1 gram sampel ditambah 50 ml akuades kemudian disaring. Ambil 1 ml sampel yang sudah disaring kemudian tambahkan dengan 4 ml reagen biuret, diamkan selama 30 menit disuhu ruangan. Ukur menggunakan alat spektro pada panjang gelombang 540 nm.

Kadar Karbohidrat

Buat larutan glukosa standar 10 mg glukosa anhidrat/100 ml. Dari larutan glukosa standar tersebut dilakukan 6 pengenceran sehingga diperoleh larutan glukosa dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8 dan 10 mg/100 ml. Siapkan 7 tabung raksi yang bersih, masing-masing diisi dengan 1 ml larutan glukosa standar. Satu tabung diisi 1 ml air suling sebagai blanko. Tambahkan ke dalam masing-masing tabung di atas 1 ml reagensia Nelson dan panaskan semua tabung pada penangas sir mendidih selama 30 menit. selanjutnya semua tabung didinginkan dan setelah dingin tambah 1 ml reagen Arsenomolybdat dan gojog sampai semua endapan

Cu₂O yang ada larut kembali. Setelah semua endapan larut sempurna, tambahkan 7 ml air suling, gojog hingga homogen. Optical Density (OD) masing-masing larutan tersebut pada panjang gelombang 540 nm. Setelah itu siapkan larutan contoh yang mempunyai banyak kadar gula reduksi sekitar 2-8 mg/100ml. Larutan contoh harus dalam keadaan jernih agar hasil pengujian valid. Jika larutan tampak keruh, proses penjernihan dilakukan dengan menambahkan Pb-asetat atau suspensi alumunium hidroksida. Pipet 1 ml larutan contoh yang jernih ke dalam tabung reaksi yang bersih. Tambah 1 ml larutan reagensia Nelson. Kadar gula reduksi ditentukan berdasarkan Optical Density (OD) dari larutan sampel terhadap kurva standart yang dibuat menggunakan larutan glukosa.

Uji Tekstur

Uji tekstur merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik seperti kekerasan, kelengketan, ataupun kerapatan suatu produk. Uji tekstur bertujuan untuk mengetahui kualitas produk yang dapat mempengaruhi tingkat daya terima konsumen. Uji tekstur dilakukan dengan menggunakan alat seperti *Texture Analyzer* dan penetrometer. Penelitian uji tekstur produk crackers sebagai berikut:

1. Pengukuran crackers menggunakan alat penetrometer.
2. Sampel ditempatkan di bawah jarum sehingga ujung jarum dapat menempel pada permukaan crackers.
3. Jarum kemudian ditekan ke permukaan sampel selama 5 detik.
4. Selanjutnya baca angka skala penetrometer. Angka skala yang dihasilkan menunjukkan tingkat kekerasan produk.

Uji Warna

Pengujian warna umumnya dilakukan menggunakan alat *chromatometer* untuk mengukur intensitas cahaya yang diserap maupun dipantulkan oleh sampel. Pada *chromatometer* penilaian warna terdiri tiga notasi yaitu L^* , a^* dan b^* . Notasi L^* menunjukkan kecerahan dimana angka 0 menunjukkan warna hitam sedangkan angka 100 berwarna putih. Notasi a^* mengukur warna merah – hijau dimana nilai 0 hingga +80 berwarna merah (positif) dan nilai 0 sampai -80 berwarna hijau (negatif). Notasi b^* mengukur komponen warna biru-kuning, nilai $+b^*$ dari angka 0 sampai +70 berwarna kuning dan nilai $-b^*$ dari 0 sampai -70 berwarna biru (Sinaga, 2019).

Uji Organoleptik Rasa dan Aroma

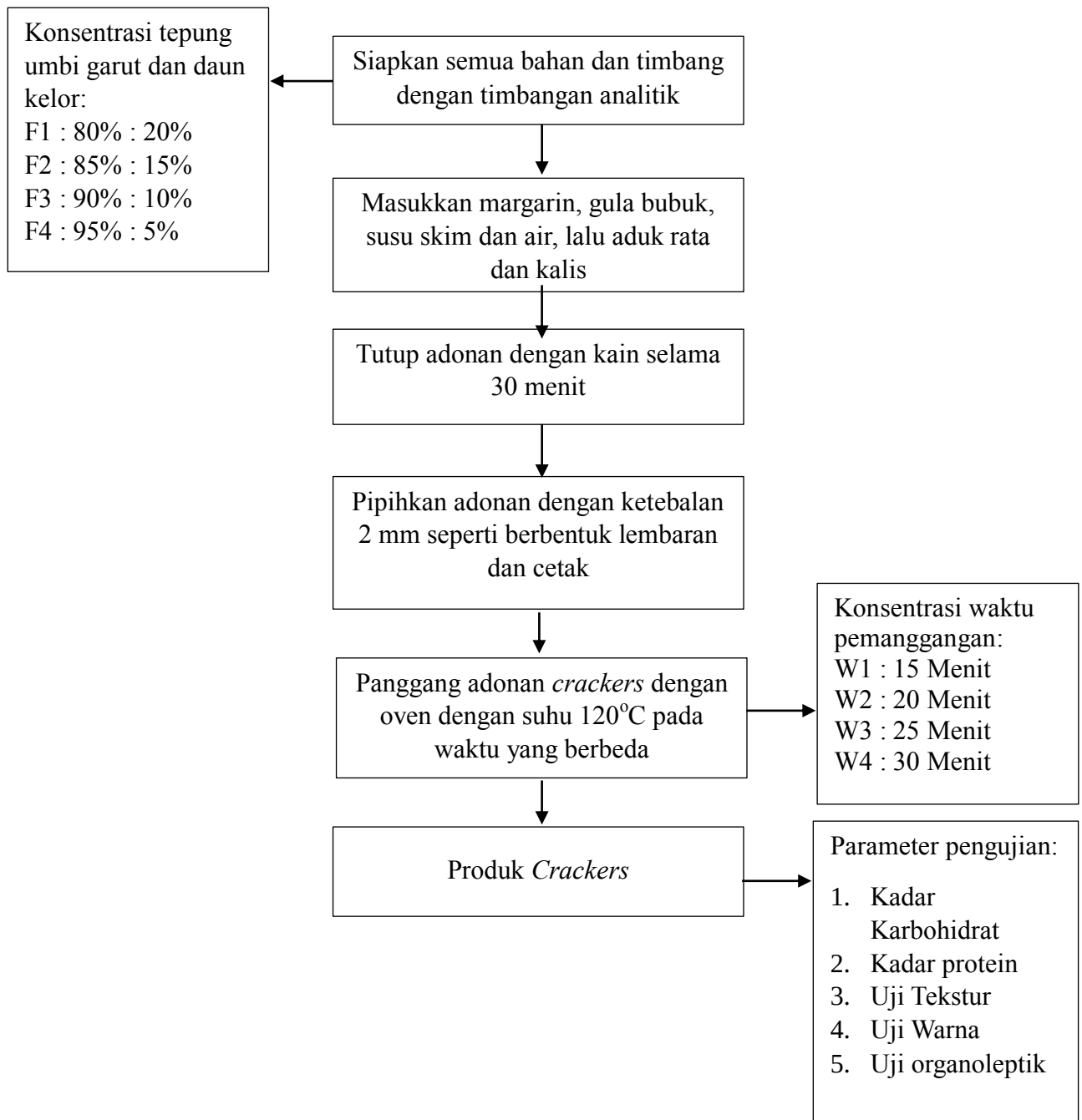
Uji organoleptik digunakan untuk mengukur tingkat penerimaan suatu produk oleh panelis melalui penilaian kesukaan. Pengujian kesukaan ini dilakukan dengan menggunakan skala numerik dan skala hedonik. Penilaian dilakukan oleh 10 panelis, di mana masing-masing diminta untuk memberikan skor sesuai tingkat kesukaannya terhadap produk (Gelora *et al.*, 2017).

Table 6. Skala Uji Terhadap Aroma

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat Suka	5
Suka	4
Agak Suka	3
Tidak Suka	2
Sangat Tidak Suka	1

Table 7. Skala Uji Organoleptik Rasa

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat Suka	5
Suka	4
Agak Suka	3
Tidak Suka	2
Sangat Tidak Suka	1



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Crackers

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian crackers terhadap nilai parameter yang diamati

Berdasarkan hasil penelitian dan uji statistik, presentase tepung umbi garut dan bubuk daun kelor dianalisis dalam bentuk parameter yang diamati. Maka pengaruh formulasi persentase tepung umbi garut dan tepung kelor dapat dilihat pada tabel 8.

Table 8. Pengaruh persentase formulasi tepung umbi garut dan daun kelor terhadap parameter yang diamati

Formulasi Tepung Garut: Kelor (F)	Karbo hidrat (%)	Protein (%)	Teks tur (kg)	Warna			Organoleptik	
				L*	a*	b*	Aroma	rasa
F ₁ = 80:20%	75.926	5.645	1.380	31.6	3.42	25.5	1.91	2,89
F ₂ = 85:15%	77.571	4.433	1.288	36.0	3.04	26.6	2.14	3,18
F ₃ = 90:10%	78.828	3.051	1.235	41.0	2.45	27.1	2.78	2,79
F ₄ = 95:5%	81.650	1.888	1.198	51.6	2.09	27.8	3.44	2,31

Berdasarkan tabel 8, terlihat bahwa variasi formulasi tepung garut dan daun kelor memberikan pengaruh berbeda pada masing-masing parameter yang diukur. Kadar karbohidrat tertinggi dapat dilihat pada perlakuan F4 (tepung garut 95% : tepung kelor 5%) yaitu sebesar 82,94 dan kadar karbohidrat terendah pada perlakuan F1 (tepung garut 80% : tepung kelor 20%) yaitu sebesar 76,15. Kadar protein tertinggi terdapat pada perlakuan F1 (tepung garut 80% : tepung kelor 20%) yaitu sebesar 5,06 dan protein terendah pada perlakuan F4 (tepung garut 95% : tepung kelor 5%) yaitu sebesar 1,44. Tekstur crackers yang renyah terdapat pada perlakuan F4 (tepung garut 95% : tepung kelor 5%) sebesar 1,20 dan tekstur terkeras pada perlakuan F1 (tepung garut 80% : tepung kelor 20%) yaitu sebesar 1,38. Nilai warna a* (redness) tertinggi terdapat pada perlakuan F1 yaitu 3,46 dan

nilai a^* terendah pada perlakuan F4 yaitu 2,05. Nilai b^* tertinggi pada perlakuan F4 dengan nilai 27,84 dan perlakuan terendah F1 dengan nilai 25,48. Nilai L (lightness) tertinggi adalah F4 (51,6) dan yang terendah adalah F1 (32,00). Organoleptik rasa yang paling digemari oleh konsumen terdapat pada perlakuan F4 dengan nilai rata-rata yaitu 3,475 dan organoleptik terendah pada perlakuan F1 dengan nilai 1,938.

Table 9. Pengaruh Waktu Pemanggangan Terhadap Parameter yang diamati.

Waktu Panggang (W)	Karbohidrat (%)	Protein (%)	Tekstur (kg)	Warna			Organoleptik	
				L^*	a^*	b^*	Aroma	Rasa
$W_1 = 15$	77.468	4.23	1.413	44.30	1.76	23.50	2.74	3,12
$W_2 = 20$	78.495	3.95	1.326	41.42	2.35	26.12	2.71	3,00
$W_3 = 25$	78.525	3.54	1.238	38.81	3.12	27.57	2.48	2,65
$W_4 = 30$	79.203	3.24	1.148	36.99	3.57	29.23	2.47	2,39

Berdasarkan data pada tabel 9, waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap setiap parameter yang diukur. Nilai karbohidrat tertinggi terdapat pada perlakuan W4 (30 menit) yaitu sebesar 80,47, sedangkan nilai karbohidrat terendah pada perlakuan W1 (15 menit) yaitu sebesar 79,08. Nilai protein tertinggi pada perlakuan W1 (15 menit) yaitu sebesar 3,44 dan perlakuan terendah W4 (30 menit) yaitu sebesar 1,15. Nilai tekstur crackers yang renyah terdapat pada perlakuan W4 yaitu sebesar 1,15 dan tekstur crackers yang tidak renyah pada perlakuan W1 yaitu sebesar 1,42. Nilai warna a^* (*redness*) tertinggi terdapat pada perlakuan F4 yaitu 3,73 dan nilai a^* terendah pada perlakuan F1 yaitu 1,77. Nilai b^* (*yellowness*) tertinggi pada perlakuan F4 dengan nilai 29,80 dan perlakuan terendah F1 dengan nilai 25,48. Nilai L (lightness) tertinggi adalah F1 yaitu sebesar 44,54 dan yang terendah adalah F1 sebesar 36,84. Organoleptik rasa berdasarkan waktu pemanggangan yang paling digemari

oleh konsumen terdapat pada perlakuan F1 adalah nilai tertinggi yaitu sebesar 2,81 dan organoleptik terendah pada perlakuan F4 dengan nilai 2,48.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam yang tercantum pada lampiran, maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata menggunakan metode Least Significant Range (LSR) untuk menguji pengaruh setiap perlakuan terhadap nilai parameter yang diamati

Karbohidrat

Formulasi Tepung Umbi Garut dan Tepung Daun Kelor

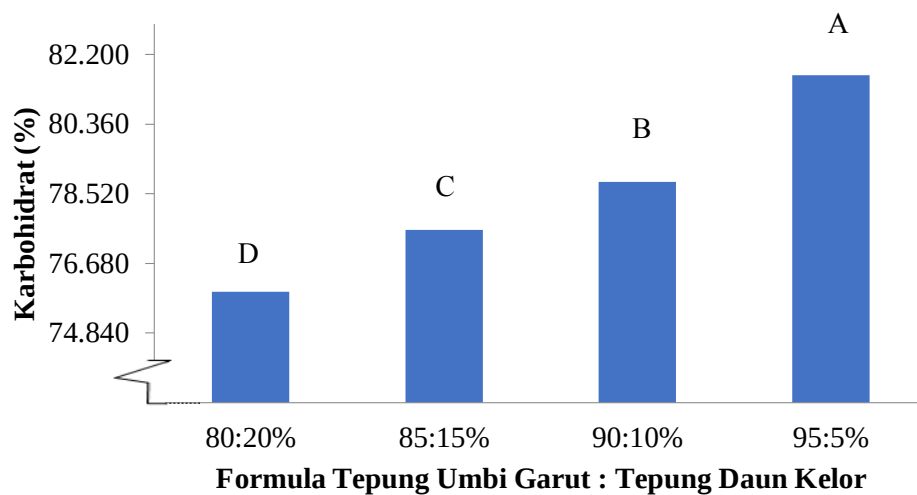
Berdasarkan hasil analisa sidik ragam (Lampiran 1), formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$), terhadap kadar karbohidrat. Perbedaan tingkatan pengaruh tersebut selanjutnya diuji dengan menggunakan uji beda rata-rata yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10.

Table 10. Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung garut dan daun kelor terhadap karbohidrat

Perlakuan (F)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F ₁ = 80 : 20%	-	-	-	75.926	d	D
F ₂ = 85 : 15%	0.374	0.515	2	77.571	c	C
F ₃ = 90 : 10%	0.391	0.537	3	78.828	b	B
F ₄ = 95 : 5%	0.404	0.552	4	81.650	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Diketahui bahwa perlakuan F1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F2, F3 dan F4. Perlakuan F2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F3 dan F4. Perlakuan F3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F4. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengaruh formulasi tepung garut : tepung kelor terhadap parameter karbohidrat

Berdasarkan gambar 4 dapat diketahui bahwa crackers yang dihasilkan menunjukkan hubungan antara persentase formulasi tepung ubi garut dan tepung daun kelor terhadap nilai karbohidrat. Nilai terendah pada karbohidrat berbeda pada perlakuan F1 yaitu 75,926 dan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan F4 yaitu 81,650. Perlakuan dapat dikatakan bahwa F1 hingga F4 memenuhi standar SNI yang berlaku. Menurut SNI 01-2973-2011, kadar karbohidrat minimum pada produk crackers yaitu 70%. Dapat dilihat bahwa semakin tinggi penggunaan tepung ubi garut dan tepung kelor pada pembuatan crackers, nilai karbohidrat cenderung meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Murlida dan Moh Nur, (2021) dalam literturnya mengatakan bahwa kandungan karbohidrat meningkat disebabkan dari bahan baku tinggi karbohidrat yang digunakan dalam proses pembuatan crackers. Pada penelitian Christiyanto dan Utama (2019) peningkatan karbohidrat terjadi karena pembengkakan granula pati oleh air sehingga menyebabkan kadar total karbohidrat mengalami peningkatan.

Waktu Pemanggangan

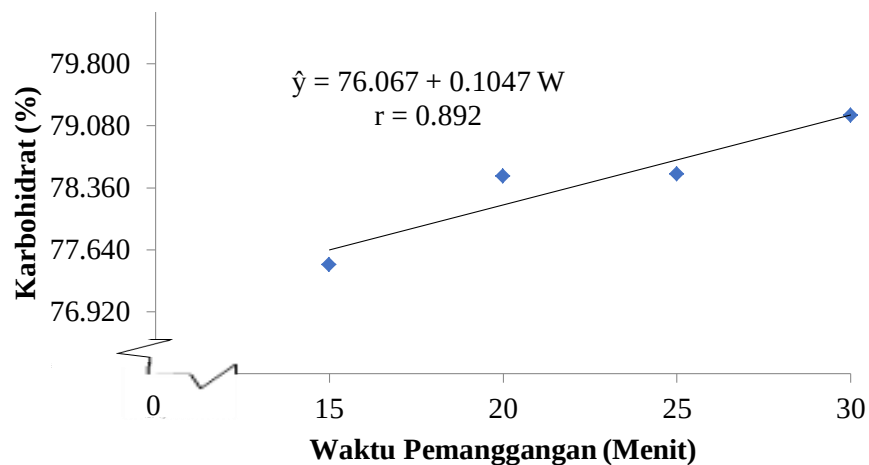
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 1), diketahui bahwa waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar karbohidrat. Perbedaan tingkat pengaruh tersebut telah diuji lebih lanjut dengan menggunakan uji beda rata-rata, yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 11.

Table 11. Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter karbohidrat.

Perlakuan (W)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
W1 = 15 Menit	-	-	-	77.468	c	C
W2 = 20 Menit	0.374	0.515	2	78.495	b	B
W3 = 25 Menit	0.391	0.537	3	78.525	b	B
W4 = 30 Menit	0.404	0.552	4	79.203	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan Tabel 11, dapat diketahui bahwa perlakuan W1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W2, W3 dan W4. Perlakuan W2 berbeda tidak nyata terhadap perlakuan W3 namun berebeda nyata dengan perlakuan W4. Perlakuan W3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W4. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Waktu Pemanggang Terhadap Parameter Karbohidrat

Gambar 5 menunjukkan bahwa waktu pemanggang memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap karbohidrat. Peningkatan waktu pemanggang berhubungan dengan kenaikan nilai karbohidrat. Kadar karbohidrat tertinggi dapat dilihat pada perlakuan W4 dengan nilai 79,203, sedangkan kadar terendah terdapat pada perlakuan W1 sebesar 77,468. Hal ini didukung penelitian Meilgrad *et al.*, (2007) mengatakan bahwa semakin tinggi waktu pemanggang maka kadar karbohidrat mengalami peningkatan. Pada penelitian Abd dan Almoselhy, (2023) menunjukkan bahwa semakin lama dan tinggi suhu pemanggang, kadar karbohidrat cenderung meningkat akibat berkurangnya kadar air.

Pengaruh interaksi antara formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggang terhadap karbohidrat

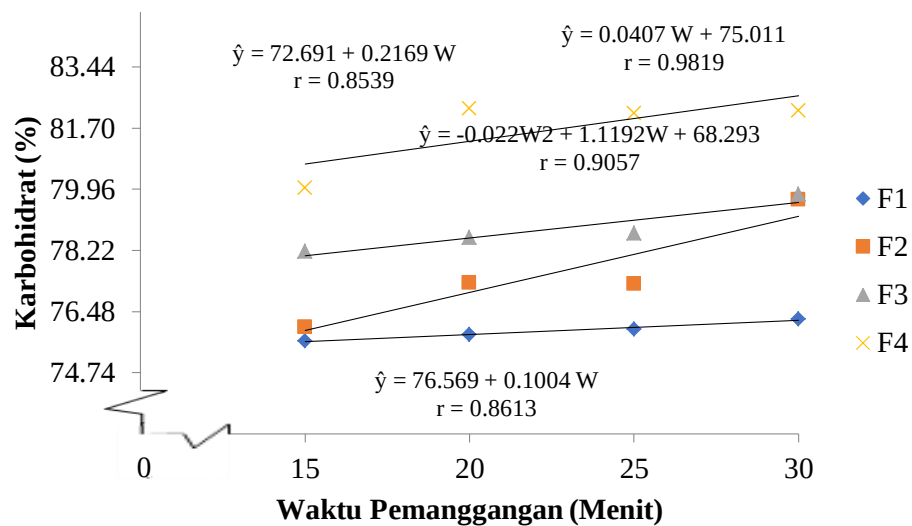
Berdasarkan analisa sidik ragam (lampiran 1) diketahui bahwa interaksi antara formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggang memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai karbohidrat. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan beda uji rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 12.

Table 12. Uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung kelor dan waktu pemanggangan terhadap karbohidrat

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
F1W1	75.64	-	-	-	g	F
F1W2	75.82	2	0.029	0.040	g	EF
F1W3	75.98	3	0.374	0.515	fg	EF
F1W4	76.27	4	0.391	0.537	f	E
F2W1	76.04	5	0.404	0.552	fg	EF
F2W2	77.31	6	0.411	0.562	e	D
F2W3	77.28	7	0.416	0.570	e	D
F2W4	79.67	8	0.421	0.576	b	B
F3W1	78.19	9	0.424	0.581	d	C
F3W2	78.59	10	0.426	0.586	c	C
F3W3	78.72	11	0.429	0.588	c	C
F3W4	79.82	12	0.430	0.592	b	B
F4W1	80.00	13	0.431	0.595	b	B
F4W2	82.27	14	0.433	0.597	a	A
F4W3	82.13	15	0.433	0.598	a	A
F4W4	82.20	16	0.433	0.600	a	A

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi penunjukan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,001$

Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat nilai tertinggi terdapat pada perlakuan F4W2 yaitu 82,27 dan nilai terendah pada perlakuan F1W1 yaitu 75,64 untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Pengaruh Interaksi Formulasi Tepung Garut : Tepung Kelor dan Waktu Pemanggangan Terhadap Karbohidrat

Berdasarkan gambar 6 menunjukkan bahwa nilai karbohidrat mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya persentase tepung garut dan tepung kelor dengan variasi berdasarkan waktu pemanggangan. Waktu pengeringan tertinggi membuat karbohidrat mengalami peningkatan dibandingkan waktu pemanggangan yang lebih rendah disebabkan karena perubahan struktur tepung umbi garut dan tepung daun kelor selama proses pemanggangan berlangsung. Temuan ini sejalan dengan penelitian Meilgard *et al* (2007) yang menyatakan bahwa peningkatan waktu pemanggangan memberikan kontribusi pada kenaikan kadar karbohidrat, sehingga kondisi bahan dalam keadaan kering juga mampu meningkatkan kadar dari karbohidrat. Menurut penelitian Rahadita *et al.*, (2024) dalam jurnalnya mengatakan bahwa penambahan tepung daun kelor dapat meningkatkan kadar karbohidrat pada produk biskuit atau crackers. Selain itu tepung garut memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, sehingga peningkatan tepung garut juga berkontribusi pada peningkatan kadar karbohidrat.

Protein

Formulasi Tepung Umbi Garut dan Tepung Kelor

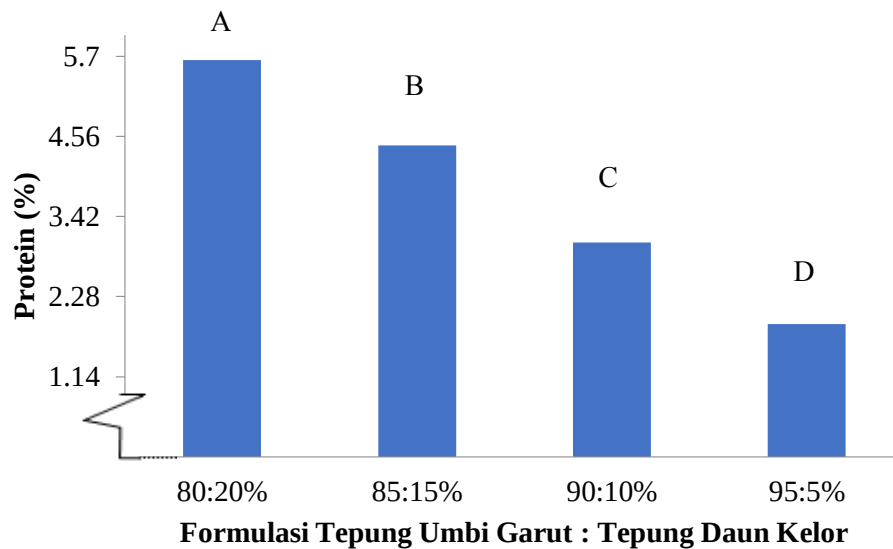
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor memberikan perbedaan yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar protein. Perbedaan ini selanjutnya diuji dengan menggunakan uji beda rata-rata, dengan hasil yang dapat dilihat pada tabel 13.

Table 13. Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap protein crackers

Perlakuan (F)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F ₁ = 80 : 20%	-	-	-	5.645	a	A
F ₂ = 85 : 15%	0.145	0.200	2	4.433	b	B
F ₃ = 90 : 10%	0.152	0.209	3	3.051	c	C
F ₄ = 95 : 5%	0.157	0.214	4	1.888	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 13, diketahui bahwa perlakuan F1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F2, F3 dan F4. Perlakuan F2 berbeda nyata sangat nyata dengan perlakuan F3 dan F4. Perlakuan F3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F4. Perbedaan ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik pengaruh formulasi tepung garut : tepung kelor terhadap parameter protein

Berdasarkan gambar 7 kadar protein berbeda sangat nyata. Perlakuan F1 menggunakan tepung garut 80% dan daun kelor 20% menghasilkan nilai rata-rata tertinggi yaitu 5.645, sedangkan F4 menggunakan tepung garut 95% dan daun kelor 5% menghasilkan nilai rata-rata terendah yaitu 1.888. Nilai rata-rata pada setiap perlakuan menurun seiring dengan peningkatan persentase formulasi tepung, yang menunjukkan adanya pengaruh nyata dari setiap komposisi dari hasil akhir yang diamati. Hasil analisis menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar protein dari keempat perlakuan. Penurunan kadar protein disebabkan karena penggunaan bahan olahan yang digunakan dalam pembuatan crackers. Jumlah penggunaan tepung garut dan tepung kelor yang digunakan dalam proses pembuatan crackers dapat menyebabkan peningkatan atau penurunan nilai protein pada produk crackers.

Menurut SNI 01-2973-1992 diketahui bahwa kadar protein minimal sebanyak 5%. Kadar protein crackers yang dibuat menggunakan tepung garut dan daun kelor memiliki *range* nilai sebesar 1,9%-5,64%. Berdasarkan hasil analisis

kandungan protein crackers umbi garut dan daun kelor didapatkan bahwa perlakuan F1 (tepung garut 80% dan tepung kelor 20%) dengan nilai 5,645 % merupakan perlakuan yang memenuhi syarat dari standar mutu minimum crackers, sedangkan perlakuan F2, F2, F3 belum memenuhi standar mutu crackers karena memiliki nilai protein di bawah 5%. Crackers yang belum memenuhi standar mutu disebabkan karena kadar protein produk dipengaruhi pada bahan baku yang digunakan. Secara umum tepung garut memiliki kandungan protein sebesar 0,7 gram per 100 gram tepung, sedangkan tepung daun kelor memiliki kandungan protein sebesar 27,19 gram per 100 gram tepung. Ini berarti bahwa apabila tepung umbi garut digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan crackers, kandungan protein dalam crackers akan lebih rendah. Rahadita et al., (2024) menyatakan dalam penelitiannya mengatakan semakin tinggi penggunaan tepung garut disertai penurunan penggunaan tepung terigu dan tepung daun kelor menyebabkan protein produk crackers mengalami penurunan.

Menurut Medho dan Mohamad (2022) dalam penelitiannya mengatakan bahwa peningkatan kadar protein berpengaruh pada penambahan jumlah campuran tepung daun kelor dan bayam terhadap setiap perlakuan karena semakin tinggi kandungan tepung kelor, maka semakin tinggi pula kandungan proteinnya. Semakin tinggi proporsi tepung garut kadar protein produk menurun, sebaliknya penambahan tepung dengan protein tinggi seperti tepung gude dan tepung kelor, maka kadar protein produk akan meningkat (Pratiwi et al., 2025). Kadar protein akan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan proporsi tepung tinggi protein pada produk crackers (Selawati et al., 2024).

Waktu Pemanggangan

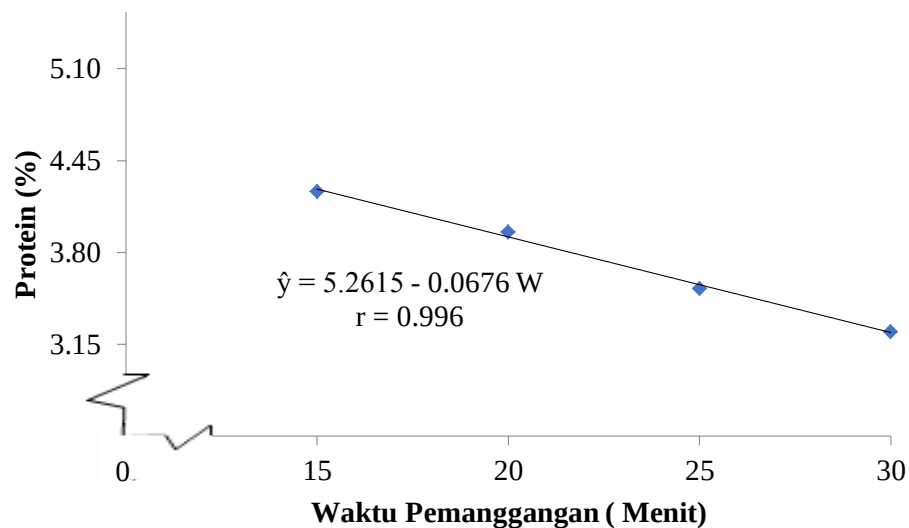
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar protein. Perbedaan tersebut dapat dilihat tabel 14.

Table 14. Hasil uji beda rata-rata terhadap pengaruh waktu pemanggangan

Perlakuan (W)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
W ₁ = 15 Menit	-	-	-	4.23	a	A
W ₂ = 20 Menit	0.145	0.200	2	3.95	b	B
W ₃ = 25 Menit	0.152	0.209	3	3.54	c	C
W ₄ = 30 Menit	0.157	0.214	4	3.24	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 14, diketahui bahwa perlakuan W1 memberikan hasil yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan W2, W3 dan W4. Perlakuan W2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W3 dan W4. Perlakuan W3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 8. Grafik pengaruh waktu pemanggangan terhadap protein crackers

Hasil uji analisis pada gambar 8 menunjukkan bahwa waktu pemanggangan mempengaruhi kadar protein yang diperoleh. Semakin lama waktu pemanggangan, kandungan protein cenderung menurun. Pemanasan suhu yang tinggi dapat menimbulkan kerusakan protein. Selain itu kestabilan alat yang digunakan dalam proses pemanggangan turut mempengaruhi nilai protein akhir. Hal ini didukung oleh Rosita (2017) menyatakan bahwa kestabilan oven dalam proses pemanggangan mempengaruhi nilai protein dan dapat menyebabkan kadar protein yang dihasilkan berbeda-beda. Menurut Nasution (2019) dalam literturnya mengatakan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan maka akan semakin berkurang kadar protein sehingga membuat kerusakan pada struktur protein (denaturasi protein).

Menurut Sundari *et al.*, (2015) penggunaan suhu panas dalam proses pemasakan seperti pengukusan dan pemanggangan mempengaruhi nilai gizi dalam suatu produk. Variasi lama pemanggangan berpengaruh pada parameter

yang diamati seperti kadar air, kadar abu, nilai protein, nilai karbohidrat, dan nilai organoleptik dari produk yang dihasilkan (Suhendri et al., 2022).

Pengaruh interaksi antara formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap protein.

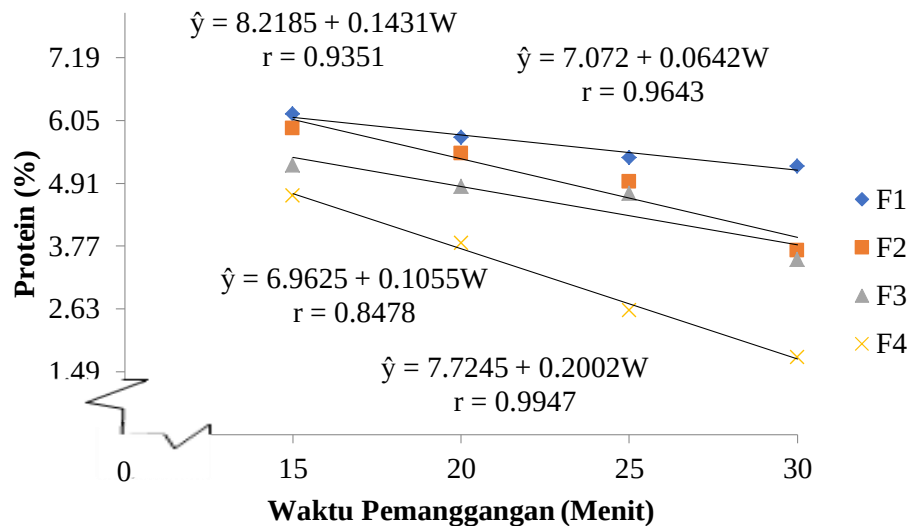
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang berbeda nyata ($p < 0,01$) antara formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor dengan waktu pengeringan terhadap kadar protein. Perbedaan tingkat pengaruh tersebut diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 15.

Table 15. Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap protein

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
F1W1	6.17	-	-	-	a	A
F1W2	5.74	2	0.145	0.200	c	B
F1W3	5.38	3	0.152	0.209	de	CD
F1W4	5.22	4	0.157	0.214	e	D
F2W1	5.91	5	0.160	0.218	b	B
F2W2	5.45	6	0.162	0.221	d	C
F2W3	4.94	7	0.164	0.224	f	E
F2W4	3.70	8	0.164	0.225	hi	GH
F3W1	5.25	9	0.165	0.227	e	CD
F3W2	4.86	10	0.166	0.228	fg	EF
F3W3	4.73	11	0.167	0.230	g	EF
F3W4	3.53	12	0.167	0.231	i	H
F4W1	4.69	13	0.168	0.232	g	F
F4W2	3.83	14	0.168	0.232	h	G
F4W3	2.61	15	0.168	0.233	j	I
F4W4	1.76	16	0.168	0.234	k	J

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,001$.

Berdasarkan tabel 15 dapat dilihat nilai tertinggi yaitu pada perlakuan F1W1 dengan nilai 6.17 dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan F4W4 dengan nilai 1.76 untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Hubungan pengaruh interaksi formulasi tepung garut : tepung kelor dan waktu pemanggangan terhadap parameter protein.

Berdasarkan gambar 9 terlihat bahwa adanya pengaruh nyata dari interaksi formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap nilai protein. Grafik menunjukkan bahwa nilai protein menurun seiring dengan meningkatnya penggunaan tepung umbi garut dan menurunnya penggunaan tepung daun kelor, dengan variasi waktu pemanggangan. Crackers yang dibuat menggunakan tepung garut dan tepung daun kelor, kadar proteinnya cenderung akan meningkat seiring dengan semakin banyak penambahan tepung daun kelor, namun semakin banyak penambahan tepung umbi garut maka akan menyebabkan kandungan protein dalam crackers menurun. Waktu pemanggangan yang lebih lama menyebabkan nilai protein mengalami penurunan dibandingkan dengan waktu pemanggangan yang lebih rendah. Interaksi antara formulasi persentase tepung umbi garut : tepung daun kelor dan

waktu pemanggangan berpengaruh sangat nyata terhadap nilai protein produk yang dihasilkan. Menurut Aisyah (2024) konsentrasi tepung daun kelor memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, sedangkan penambahan tepung umbi garut memiliki nilai protein rendah namun tinggi karbohidrat cenderung menurunkan kadar protein produk akhir. Waktu pemanggangan lebih lama dan suhu tinggi juga menyebabkan penurunan kadar protein akibat struktur protein yang terdenaturasi. Efek panas saat proses pemanggangan dan lamanya waktu pangan memberikan kontribusi pada penurunan kadar protein. Hal ini sesuai dengan literatur Murlida dan Moh Nur, (2021) menyatakan bahwa peningkatan suhu dan durasi pemanggangan menyebabkan penurunan kadar protein. Penurunan kadar protein akan semakin besar seiring dengan bertambahnya waktu pemanggangan.

Tekstur

Formulasi Tepung Umbi Garut dan Tepung Daun Kelor

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa pengaruh formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor tidak memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap tekstur crackers yang dihasilkan, perbedaan ini dapat dilihat pada Tabel 16.

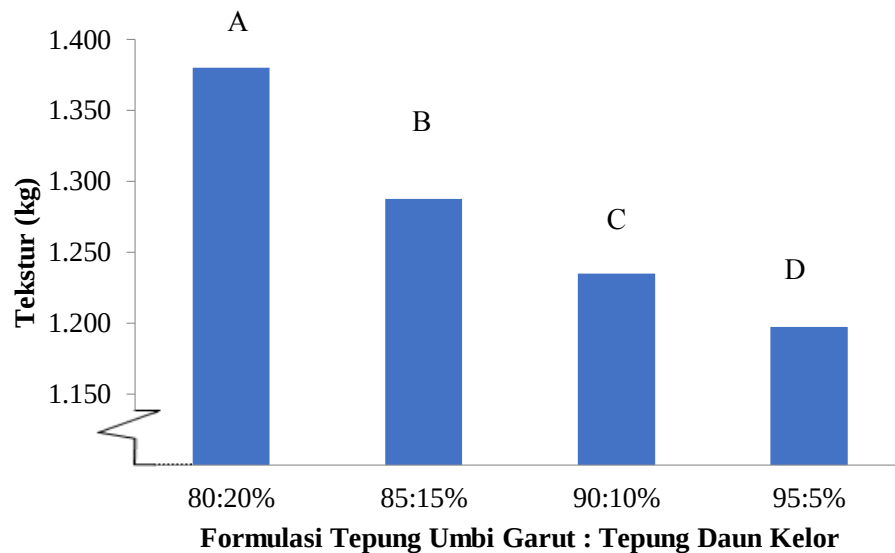
Table 16. Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap

Perlakuan (F)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F ₁ = 80 : 20%	-	-	-	1.380	a	A
F ₂ = 85 : 15%	0.043	0.059	2	1.288	b	B
F ₃ = 90 : 10%	0.045	0.062	3	1.235	c	C
F ₄ = 95 : 5%	0.047	0.064	4	1.198	c	C

nilai tekstur crackers

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 16 diketahui bahwa perlakuan F1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F2, F3 dan F4. Perlakuan F2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F3 dan F4. Perlakuan F3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan W4. Perbedaan ini dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Garik pengaruh formulasi tepung garut : tepung kelor terhadap parameter tekstur

Gambar 10 menunjukkan bahwa tekstur crackers yang dihasilkan berbeda nyata terhadap persentase formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor. Perlakuan F1 dengan penggunaan tepung garut 80% dan daun kelor 20% merupakan nilai tertinggi yaitu sebesar 1,380 dan F4 dengan penggunaan tepung garut 95% dan daun kelor 5% merupakan nilai terendah yaitu sebesar 1,198. Perlakuan F1 (1.380) yang merupakan nilai tertinggi menunjukkan tekstur crackers yang lebih dibandingkan dengan perlakuan F4 (1.198) yang memiliki nilai terendah dan memiliki tekstur yang tidak lebih renyah. Semakin banyak penggunaan tepung umbi garut meningkatkan kerenyahan pada produk crackers karena tepung umbi garut dapat memberikan tekstur yang rapuh saat dipanggang, sedangkan apabila penggunaan tepung daun kelor semakin tinggi maka akan

mengurangi kerenyahan. Hal ini sesuai dengan penelitian Selawati et al., (2024) dalam jurnalnya mengatakan bahwa tepung garut meningkatkan kerenyahan pada produk crackers dan cookies karena sifat tepung atau pati garut yang mudah membentuk tekstur rapuh saat dipanggang. Penggunaan tepung garut sebagai pengganti tepung terigu sangat berpengaruh terhadap sifat fisik crackers dan biskuit (Mey et al., 2014). Menurut Fahreina et al., (2018) mengatakan bahwa penambahan tepung kelor meningkatkan kekerasan dan menurunkan kerenyahan karena sifat serat pangan yang mengikat air dan memperkuat struktur adonan. Penelitian Fahreina et al., (2018) dalam jurnalnya menyatakan bahwa semakin banyak penambahan tepung daun kelor tekstur crackers yang dihasilkan akan menjadi keras, namun dapat diatasi dengan menggunakan bahan tertentu yang dapat merenyahkan tekstur crackers seperti tepung maizena.

Waktu Pemanggangan

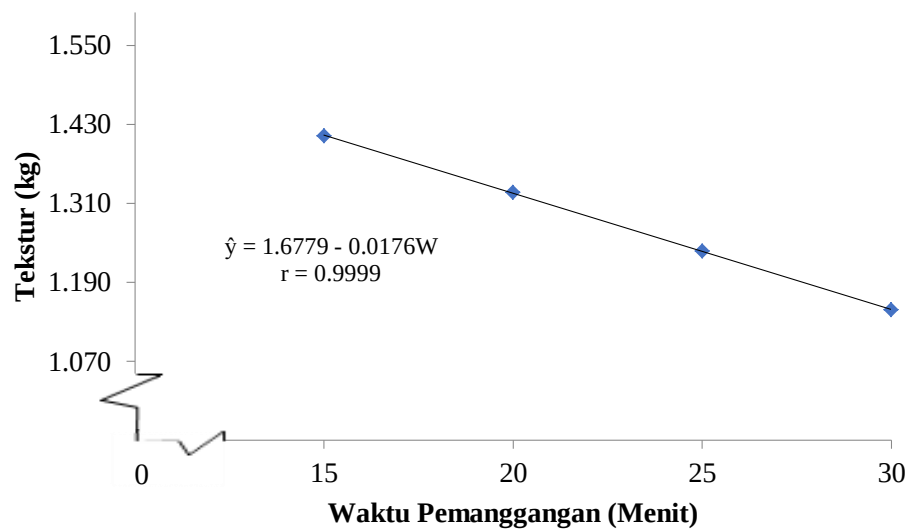
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap tekstur crackers yang dihasilkan. Perbedaan ini telah diuji menggunakan uji beda rata-rata, dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 17.

Table 17. Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap nilai tekstur crackers.

Perlakuan (W)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
W ₁ = 15 Menit	-	-	-	1.413	a	A
W ₂ = 20 Menit	0.043	0.059	2	1.326	b	B
W ₃ = 25 Menit	0.045	0.062	3	1.238	c	C
W ₄ = 30 Menit	0.047	0.064	4	1.148	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 17, diketahui bahwa perlakuan F1 memberikan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan F2, F3 dan F4. Sedangkan F2 berbeda sangat nyata terhadap F3 dan F4. Perlakuan F3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W4. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Grafik pengaruh waktu pemangangan terhadap parameter tekstur

Hasil uji nilai tekstur menunjukkan bahwa waktu pemangangan berpengaruh terhadap nilai tekstur yang diperoleh. Waktu pemangangan merupakan salah satu faktor penting dalam proses pembuatan produk pangan kering seperti crackers. Pemangangan tidak hanya berfungsi untuk mengeringkan produk, namun pengeringan juga mempengaruhi tekstur, rasa dan kualitas produk yang dihasilkan. Dapat dilihat pada grafik F1 merupakan nilai tertinggi yaitu sebesar 1,413 dan F4 merupakan nilai terendah yaitu 1,148. Selama pemangangan terjadi pengurangan kadar air sehingga menyebabkan peningkatan kerenyahan produk dan berkurangnya nilai kadar air. Hal ini sesuai dengan penelitian

(Murtaza, 2024) yang menyatakan bahwa waktu dan suhu pemangangan

memberikan pengaruh nyata terhadap sifat fisik cookies seperti rasa, warna, dan tekstur. Namun waktu pemanggangan yang terlalu lama dapat menyebabkan tekstur menjadi terlalu keras dan produk akan menjadi gosong. Penelitian Meilita (2019) mengatakan bahwa suhu dan waktu pemanggangan berpengaruh terhadap nilai organoleptik tekstur cookies. Faktor waktu pemanggangan juga mempengaruhi tekstur renyah dari produk akhir yang dihasilkan.

Pengaruh interaksi antara formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap tekstur crackers.

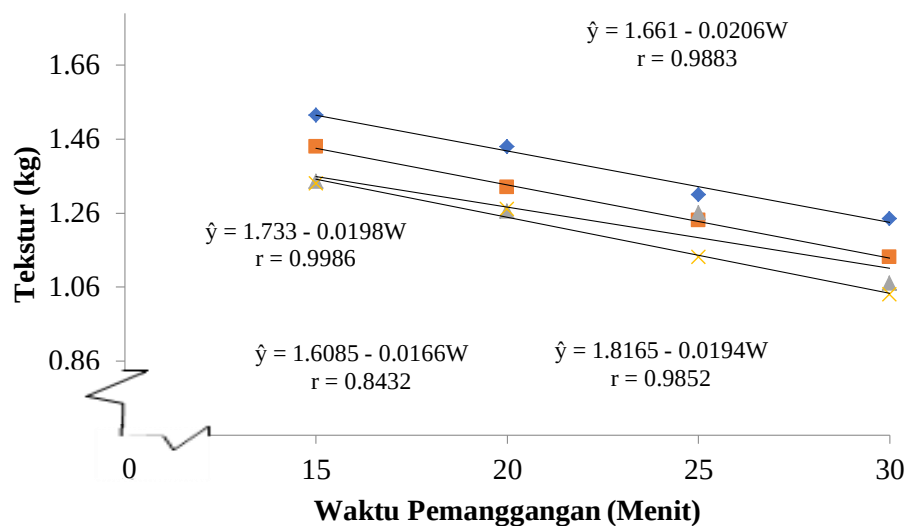
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 3), diketahui bahwa interaksi antara formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor dengan waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai tekstur. Hal ini dapat dilihat pada tabel 18.

Table 18. Uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap tekstur

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
F1W1	1.53	-	-	-	a	A
F1W2	1.44	2	0.043	0.059	b	B
F1W3	1.31	3	0.045	0.062	cd	CD
F1W4	1.25	4	0.047	0.064	d	D
F2W1	1.44	5	0.047	0.065	b	B
F2W2	1.33	6	0.048	0.066	c	CD
F2W3	1.24	7	0.049	0.066	d	D
F2W4	1.14	8	0.049	0.067	e	E
F3W1	1.35	9	0.049	0.067	c	C
F3W2	1.27	10	0.049	0.068	d	D
F3W3	1.26	11	0.050	0.068	d	D
F3W4	1.07	12	0.050	0.069	f	F
F4W1	1.34	13	0.050	0.069	c	C
F4W2	1.27	14	0.050	0.069	d	D
F4W3	1.14	15	0.050	0.069	e	E
F4W4	1.04	16	0.050	0.069	k	K

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,001$.

Berdasarkan tabel 18 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap setiap perlakuan yang diamati. Perlakuan F1W1 merupakan perlakuan yang memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu sebesar 1.53 dan perlakuan F4W4 merupakan perlakuan rata-rata terendah yaitu sebesar 1.04. Perbedaan ini dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 12. Grafik hubungan pengaruh interaksi formulasi tepung garut : tepung kelor dan waktu pemanggangan terhadap tekstur.

Berdasarkan gambar 12 dapat dilihat bahwa adanya pengaruh yang berbeda nyata dari interaksi formulasi tepung umbi garut: tepung kelor dan waktu pemanggangan antar perlakuan terhadap nilai tekstur yang diamati. Grafik menunjukkan adanya perubahan nilai tekstur pada setiap perlakuan seiring dengan bertambahnya waktu pemanggangan crackers. Waktu pemanggangan akan mempengaruhi tingkat kekerasan atau kerenyahan produk crackers yang dihasilkan. Waktu pemanggangan yang terlalu lama (misal >20 menit) meningkatkan kekerasan dan kekakuan crackers, terutama pada formulasi yang mengandung

bubuk daun kelor lebih tinggi. Proses pemanggangan yang lama menyebabkan penguapan air berlebih, memperkuat ikatan pada struktur dan membuat produk lebih keras. Menurut Karam et al., (2011) waktu pemanggangan adalah faktor signifikan yang mempengaruhi tingkat kekerasan dan kerenyahan karena adanya proses penguapan air karena pemanggangan dan faktor lain yaitu kadar serat yang tinggi pada kelor memiliki kemampuan yang menahan air sehingga lebih sulit diuapkan. Menurut Siddhuraju dan Becker (2003) kelor yang kaya akan serat memiliki kapasitas yang dapat menahan air lebih tinggi. Apabila ditambahkan kedalam adonan, maka serat akan dapat menyerap air sehingga sulit untuk diuapkan sepenuhnya, atau jika air dalam adonan banyak dihilangkan dapat membuat produk menjadi sangat padat namun akan langsung hancur setelah dipatahkan

Warna L*

Formulasi tepung umbi garut dan Tepung kelor

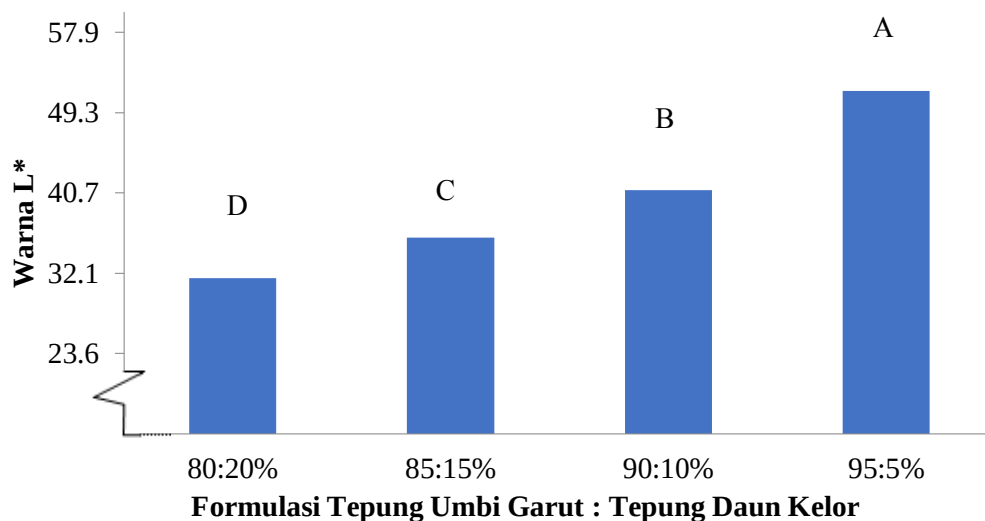
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa persentase formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai warna L*. Perbedaan tingkat warna L* pada setiap perlakuan diuji menggunakan uji beda rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel 19.

Table 19. Hasil uji beda rata-rata persentase formulasi tepung terhadap parameter warna L* crackers

Perlakuan (F)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F ₁ = 80 : 20%	-	-	-	31.6	d	D
F ₂ = 85 : 15%	0.427	0.589	2	36.0	c	C
F ₃ = 90 : 10%	0.448	0.614	3	41.0	b	B
F ₄ = 95 : 5%	0.462	0.631	4	51.6	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 19 diketahui bahwa perlakuan F1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F2, F3 dan F4. Perlakuan F2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F3 dan F4. Perlakuan F3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F4. Perlakuan F4 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F1, F2 dan F3. Perbedaan ini dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Grafik pengaruh formulasi tepung garut : tepung kelor terhadap parameter warna L*

Gambar 13 menunjukkan bahwa persentase formulasi tepung terigu dan bubuk daun kelor berpengaruh berbeda nyata terhadap nilai warna L* (lightness). Peningkatan proporsi bubuk daun kelor menyebabkan warna crackers menjadi semakin gelap, yang ditandai dengan penurunan nilai L*. Tepung daun kelor cenderung lebih gelap dibandingkan dengan warna dari tepung umbi garut. Dari uji rata-rata yang telah dilakukan F₁ bernilai 31,6% yang merupakan nilai terendah dan F₄ memiliki rata-rata sebesar 51,6%. Apabila uji warna L* crackers

mendekati angka 100 maka crackers yang dihasilkan cenderung berwarna cerah, namun nilai L^* mendekati angka 0 crackers cenderung berwarna gelap. Hal ini didukung oleh literatur Artina et al., (2023) yang melakukan penelitian mengenai crackers menggunakan tepung tunggak dan menghasilkan nilai L^* dengan rata-rata 82,62-70,79. Ini karena warna tepung kacang tunggak berwarna lebih gelap dari warna MOCAF sehingga apabila semakin bertambahnya warna tepung kacang tunggak maka crackers yang dihasilkan akan menjadi gelap.

Waktu Pemanggangan

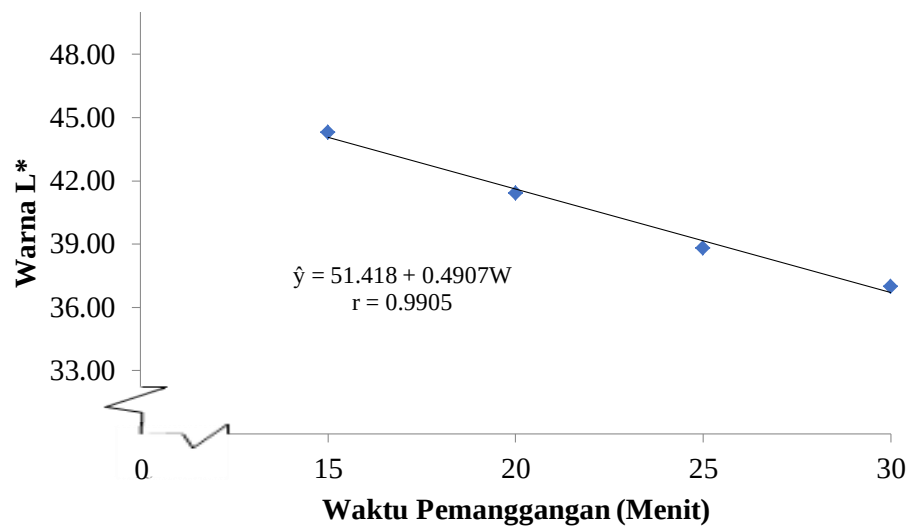
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai warna L^* . Perbedaan tingkat warna L^* antar perlakuan diuji dengan menggunakan uji beda rata-rata, dengan hasuk yang dapat dilihat pada Tabel 20.

Table 20. Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter warna L^* crackers.

Perlakuan (W)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
$W_1 = 15$ Menit	-	-	-	44.30	a	A
$W_2 = 20$ Menit	0.427	0.589	2	41.42	b	B
$W_3 = 25$ Menit	0.448	0.614	3	38.81	c	C
$W_4 = 30$ Menit	0.462	0.631	4	36.99	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 20 diketahui bahwa perlakuan W_1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_2 , W_3 dan W_4 . Perlakuan W_2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_4 . Perbedaan ini dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Grafik pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter warna L* crackers.

Gambar 14 menunjukkan bahwa waktu pemanggangan berpengaruh signifikan terhadap nilai warna L* (*lightness*). Semakin lama proses pemanggangan, warna crackers cenderung semakin menggelap dengan nilai L* yang mendekati nol. Waktu pemanggangan perlakuan W_1 memiliki nilai rata-rata yang sangat tinggi yaitu 44,30% dan perlakuan W_4 bernilai rata-rata terendah yaitu 36,99%. Pada proses pemanggangan crackers terjadi reaksi mailard yang menyebabkan warna cokelat pada produk akhir. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Khotimah et al., (2023) yang melakukan penelitian tentang karakter biskuit menyatakan bahwa waktu pemanasan yang cukup lama akan menyebabkan reaksi browning non enzimatis yang disebut sebagai reaksi mailard, apabila reaksi mailard semakin tinggi maka tingkat kecerahan produk akan semakin rendah sehingga warna biskuit yang dihasilkan menjadi gelap.

Pengaruh interaksi antara formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap nilai L* crackers.

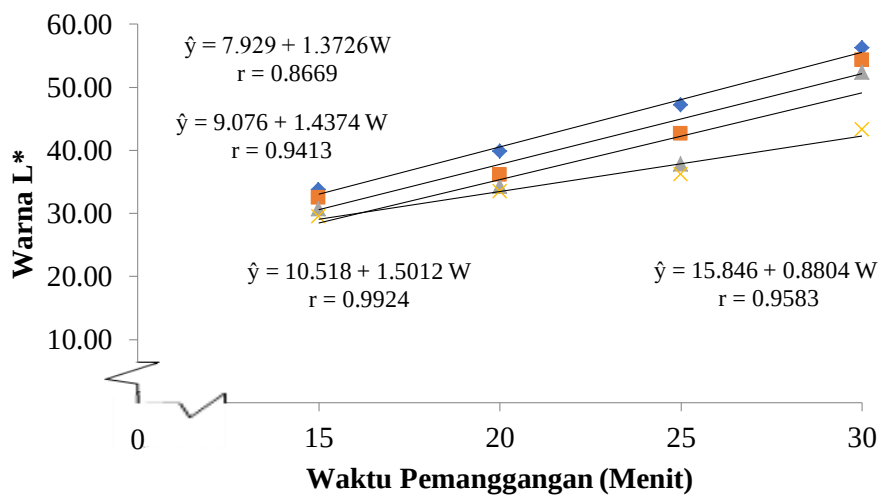
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) antara formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor dengan waktu pemanggangan terhadap nilai warna L* crackers. Perbedaan tingkat pengaruh ini dapat dilihat pada Tabel 21.

Table 21. Uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap warna L*

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
F1W1	33.75	-	-	-	k	JK
F1W2	32.52	2	0.427	0.589	m	L
F1W3	30.70	3	0.448	0.614	n	M
F1W4	29.58	4	0.462	0.631	o	N
F2W1	39.87	5	0.470	0.643	g	G
F2W2	36.16	6	0.476	0.651	i	I
F2W3	34.31	7	0.482	0.658	j	J
F2W4	33.49	8	0.485	0.664	l	K
F3W1	47.25	9	0.487	0.670	d	D
F3W2	42.69	10	0.490	0.673	f	F
F3W3	37.84	11	0.492	0.677	h	H
F3W4	36.20	12	0.493	0.680	i	I
F4W1	56.31	13	0.495	0.683	a	A
F4W2	54.30	14	0.495	0.684	b	B
F4W3	52.40	15	0.495	0.686	c	C
F4W4	43.35	16	0.496	0.688	e	E

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,001$.

Berdasarkan tabel 21 dapat dilihat nilai tertinggi yaitu pada perlakuan F4W1 yaitu sebesar 56,31 dan F1W4 merupakan perlakuan terendah yaitu sebesar 33.75 untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Grafik hubungan pengaruh interaksi formulasi tepung garut : tepung kelor dan waktu pemanggangan terhadap warna L*

Berdasarkan gambar 17 terlihat bahwa adanya pengaruh nyata dari interaksi formulasi tepung umbi garut : tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap tingkat kecerahan produk crackers yang dihasilkan. Grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan tepung kelor maka nilai warna L* (lightness) pada crackers semakin menurun. Tingkat kecerahan crackers juga dipengaruhi oleh lama pemanggangan karena semakin lama pemanggangan warna produk akan semakin meningkat tingkat kegelapannya.

Warna a*

Formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor

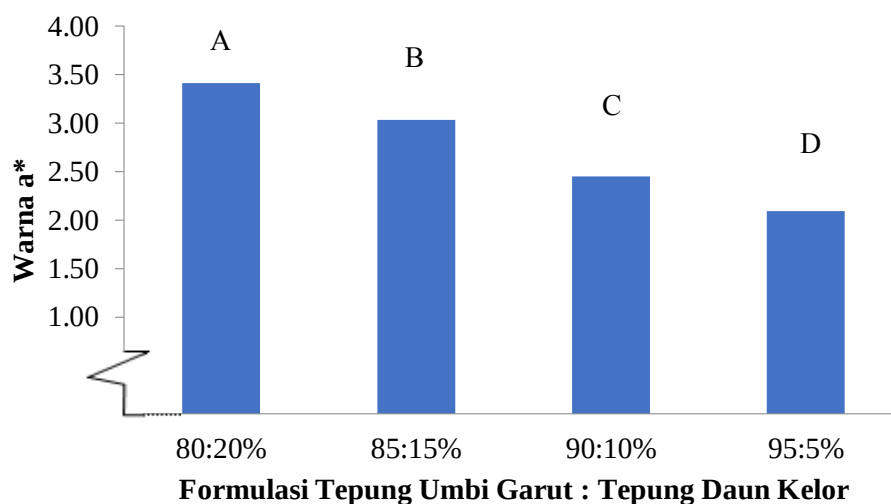
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa variasi dalam persentase formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai warna a*. Perbedaan tingkat warna a* antar perlakuan diuji menggunakan pengujian beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 22.

Table 22. Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap parameter warna A* crackers

Perlakuan (F)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F ₁ = 80 : 20%	-	-	-	3.42	a	A
F ₂ = 85 : 15%	0.313	0.431	2	3.04	b	B
F ₃ = 90 : 10%	0.328	0.450	3	2.45	c	C
F ₄ = 95 : 5%	0.338	0.462	4	2.09	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 22 diketahui bahwa perlakuan F1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F2, F3 dan F4. Perlakuan F2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F3 dan F4. Perlakuan F3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F4. Perbedaan ini dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Grafik pengaruh formulasi tepung garut: tepung kelor terhadap parameter warna a* crackers

Berdasarkan gambar 16 dapat dilihat bahwa formulasi tepung memiliki pengaruh terhadap nilai warna a* (*redness*). Berdasarkan gambar 18 dapat dilihat bahwa F1 menghasilkan nilai a* tertinggi yang menunjukkan warna crackers

cenderung lebih tinggi yaitu 3.42% sedangkan formulasi F4 menghasilkan nilai a^* terendah yaitu 2.409 yang berarti warna crackers cenderung lebih hijau. Persentase tepung garut meningkat dalam crackers dan persentase tepung kelor menurun warna a^* (*rednees*) yang dihasilkan cenderung semakin berkurang atau crackers menjadi lebih hijau. Penambahan tepung kelor akan menurunkan nilai a^* sehingga membuat warna produk terlihat lebih hijau atau warna merahnya berkurang. Meningkatnya warna hijau disebabkan karena daun kelor memiliki warna hijau alami karena adanya kandungan klorofil. Hal ini sesuai dengan penelitian (Hasanah, 2018) yang mengatakan bahwa semakin tinggi penambahan daun kelor maka warna hijau pada produk akan semakin pekat (gelap) karena daun kelor mengandung klorofil. Ketika persentase tepung kelor semakin tinggi, maka pigmen klorofil akan mendominasi. Menurut Naufal Fikri dan Nairfana (2020) mengenai pengaruh variasi penambahan ekstrak kelor terhadap selai buah naga menunjukkan bahwa semakin tinggi ekstrak kelor yang ditambahkan maka akan semakin berwarna hijau dan gelap.

Waktu Pemanggangan

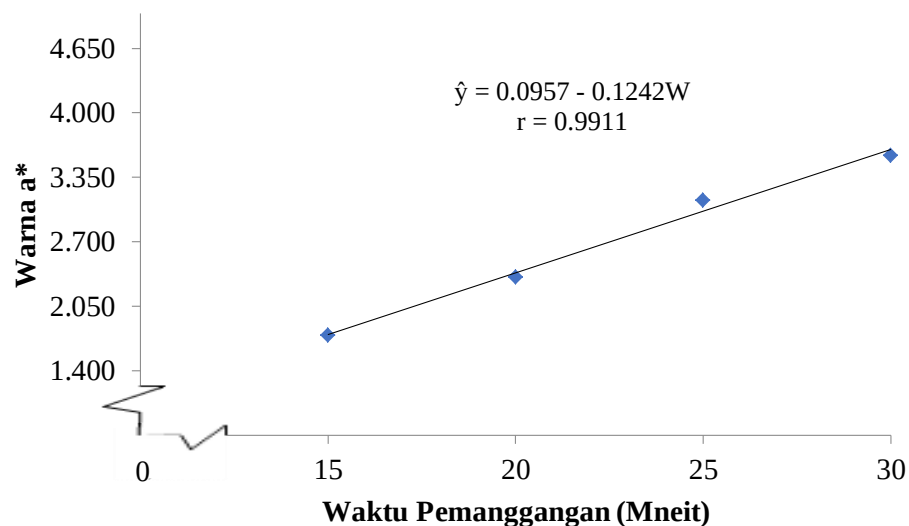
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa waktu panggang berpengaruh beda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai a^* crackers yang dihasilkan. Perbedaan tingkat pengaruh pada setiap perlakuan diuji dengan menggunakan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 23.

Table 23. Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter warna a* crackers

Perlakuan (W)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
W ₁ = 15 Menit	-	-	-	1.759	d	D
W ₂ = 20 Menit	0.313	0.431	2	2.345	c	C
W ₃ = 25 Menit	0.328	0.450	3	3.118	b	B
W ₄ = 30 Menit	0.338	0.462	4	3.571	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 23 diketahui bahwa perlakuan W1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W2, W3 dan W4. Perlakuan W2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W3 dan W4. Perlakuan W3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W4. Perbedaan ini dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Grafik pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter warna a* crackers

Gambar 17 menunjukkan bahwa waktu pemanggang berpengaruh terhadap nilai warna a* (*redness*) pada crackers yang dihasilkan. Semakin lama waktu pemanggangan, semakin tinggi nilai a* yang disebabkan karena adanya reaksi Maillard dan karamelisasi yang meningkat akibat lamanya waktu pemanggangan.

Pengaruh interaksi antara formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap Warna a*.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampira 5), interaksi anatara persentase formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor dengan waktu pemanggangan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai organoleptik rasa. Oleh karena itu, untuk interaksi antara persentase tepung garut dan bubuk daun kelor dengan waktu pemanggangan tidak dilakukan uji lanjut

Warna b*

Formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor.

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa variasi persentase formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai warna b*. Perbedaan tingkat warna b* antar perlakuan dilakukan uji lanjut menggunakan pengujian beda rata-rata, dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 24.

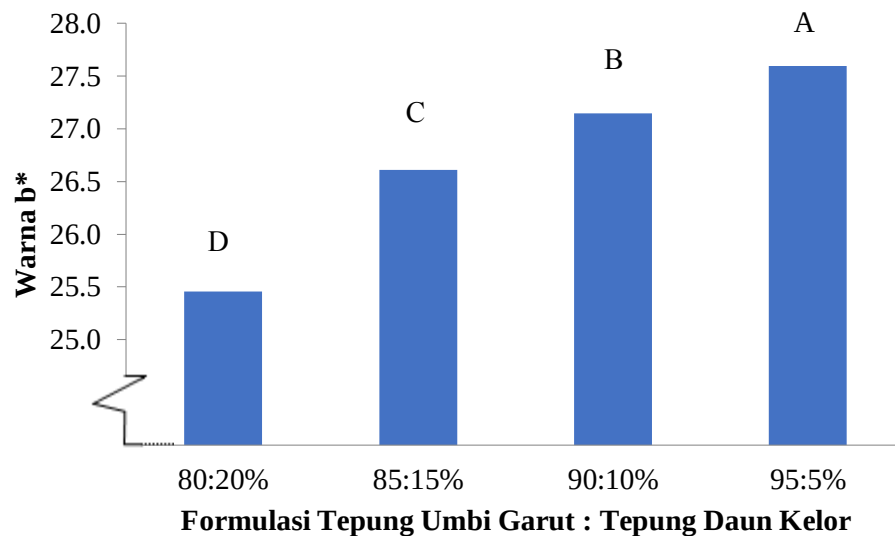
Table 24. Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap parameter warna b* crackers

Perlakuan (F)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F ₁ = 80 : 20%	-	-	-	25.5	d	D
F ₂ = 85 : 15%	0.388	0.534	2	26.6	c	C
F ₃ = 90 : 10%	0.406	0.558	3	27.1	b	B
F ₄ = 95 : 5%	0.419	0.573	4	27.8	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 24 hasil dapat dilihat bahwa perlakuan F1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F2, F3 dan F4. Perlakuan F2 berbeda sangat nyata

dengan perlakuan F3 dan F4. Perlakuan F3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F4. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Grafik pengaruh formulasi tepung garut: tepung kelor terhadap parameter warna b*

Gambar 18 menunjukkan bahwa adanya pengaruh variasi persentase tepung garut dan bubuk daun kelor terhadap perubahan nilai warna b*. Kombinasi tepung garut dan tepung kelor mempengaruhi nilai b* crackers yang dihasilkan. Nilai b* mengalami peningkatan seiring dengan penurunan persentase tepung kelor dan peningkatan persentase tepung garut. Semakin kecil nilai tepung kelor yang ditambahkan seperti pada F4 (90% tepung garut : 5% tepung kelor) menghasilkan warna crackers berwarna lebih cerah atau agak kuning. Menurut Miranti *et al.*, (2023) dalam penelitiannya mengatakan bahwa penambahan tepung kelor pada formulasi cookies akan meningkatkan nilai warna b* sehingga produk tampak terlihat kuning kecokelatan. Penelitian Pratama *et al.*, (2021) menyatakan bahwa perubahan komposisi tepung terutama tepung yang tinggi akan pigmen seperti daun kelor akan sangat mempengaruhi karakteristik warna produk pangan terutama pada nilai b*.

Waktu Pemanggangan

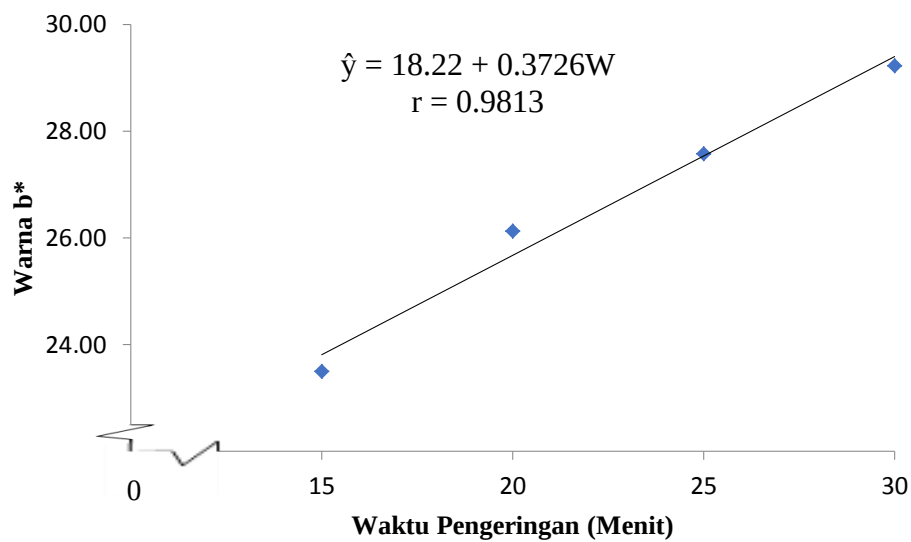
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai warna b^* . Perbedaan tingkat pengaruh antar perlakuan dapat dilihat pada Tabel 25.

Table 25. Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter warna b^* crackers

Perlakuan (W)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
$W_1 = 15$ Menit	-	-	-	23.50	d	D
$W_2 = 20$ Menit	0.388	0.534	2	26.12	c	C
$W_3 = 25$ Menit	0.406	0.558	3	27.57	b	B
$W_4 = 30$ Menit	0.419	0.573	4	29.23	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Dapat dilihat dari tabel menunjukkan bahwa perlakuan W_1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_2 , W_3 dan W_4 . Perlakuan W_2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_4 . Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Grafik pengaruh waktu pemanggangan terhadap

parameter warna
b* crackers

Berdasarkan gambar 19 dapat diketahui bahwa waktu pemanggangan berpengaruh terhadap nilai b* crackers yang dihasilkan. W1 menghasilkan nilai warna b* terendah yaitu 23.50 sedangkan W4 menghasilkan warna b* tertinggi yaitu 29.23. Semakin lama waktu pemanggangan, semakin tinggi nilai b* yang dihasilkan sehingga produk tampak berwarna kuning. Hal ini sejalan dengan penelitian Widjanarko *et al.*, (2018) yang mengatakan bahwa semakin lama waktu pemanggangan, nilai b pada produk pangan berbasis tepung akan meningkat secara signifikan. Penelitian Rohmah *et al.*, (2020) menegaskan bahwa kenaikan waktu pemanggangan akan membuat produk semakin berwarna kuning-coklat.

Pengaruh interaksi antara formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap nilai b* crackers.

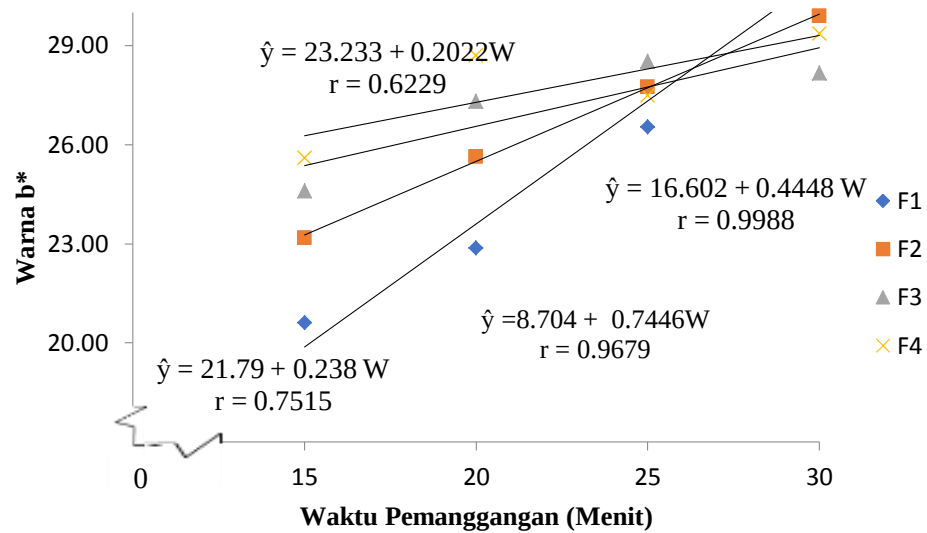
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa waktu pemanggangan berpengaruh beda nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai warna b*. Tingkat perbedaan antar perlakuan dapat dilihat pada Tabel 25.

Table 26. Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap warna b*

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
F1W1	20.62	-	-	-	l	K
F1W2	22.87	2	0.388	0.534	k	J
F1W3	26.53	3	0.406	0.558	h	G
F1W4	31.81	4	0.419	0.573	a	A
F2W1	23.18	5	0.427	0.584	k	J
F2W2	25.63	6	0.432	0.591	i	H
F2W3	27.74	7	0.437	0.598	f	EF
F2W4	29.89	8	0.440	0.603	b	B
F3W1	24.60	9	0.443	0.608	j	I
F3W2	27.30	10	0.445	0.611	g	F
F3W3	28.52	11	0.446	0.615	d	DE
F3W4	28.16	12	0.448	0.617	e	E
F4W1	25.59	13	0.449	0.620	i	H
F4W2	28.69	14	0.449	0.621	d	D
F4W3	27.49	15	0.449	0.622	fg	F
F4W4	29.36	16	0.450	0.625	c	C

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,001$.

Berdasarkan tabel, menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda nyata dari interaksi persentase tepung umbi garut : tepung daun kelor (F) dan waktu pemanggangan (W) terhadap nilai b* produk crackers yang dihasilkan. Perlakuan F1W4 menghasilkan nilai rata-rata tertinggi yaitu 31.81 dan berbeda nyata pada setiap perlakuan. Namun perlakuan F2W2 tidak berbeda nyata dengan F4W1. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 20



Gambar 20. Grafik hubungan pengaruh interaksi formulasi tepung garut: tepung kelor dan waktu pemanggang terhadap warna b*

bubuk daun kelor dengan waktu pemanggang berpengaruh nyata terhadap parameter yang diuji. Perlakuan dengan waktu pemanggang yang lebih lama dan persentase formulasi tepung garut yang lebih tinggi menghasilkan nilai tertinggi yaitu pada perlakuan F1W4 yaitu sebesar 31.81 sedangkan perlakuan F2W1 merupakan perlakuan terendah yaitu sebesar 23.18. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung daun kelor dan tepung garut memberikan pengaruh terhadap warna kuning crackers serta peningkatan nilai b* seiring dengan bertambahnya waktu pemanggang. Formulasi crackers menggunakan persentase tepung garut lebih tinggi memberikan warna kuning (b*) yang kuat, sedangkan penambahan persentase tepung kelor dapat menurunkan nilai kuning (b*) yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh penelitian Yuniarsih et al., (2019) menyatakan bahwa semakin banyak substitusi tepung daun kelor dalam produk kukis maka nilai b* akan semakin meningkat karena semakin banyak penambahan tepung kelor warna produk akan semakin kehijauan. Warna crackers yang lebih

gelap dapat disebabkan karena lamanya waktu pemanggangan. Hal ini didukung oleh penelitian tentang biskuit ubi jalar ungu oleh Murlida dan Moh Nur, (2021) dalam jurnalnya mengatakan bahwa waktu pemanggangan yang rendah (10 menit) memiliki wana ungu yang khas, sedangkan waktu pemanggangan yang tinggi (15 menit) menghasilkan biskuit yang berwarna kecokelatan.

Organoleptik Rasa

Formulasi Tepung Umbi Garut dan Tepung Daun Kelor

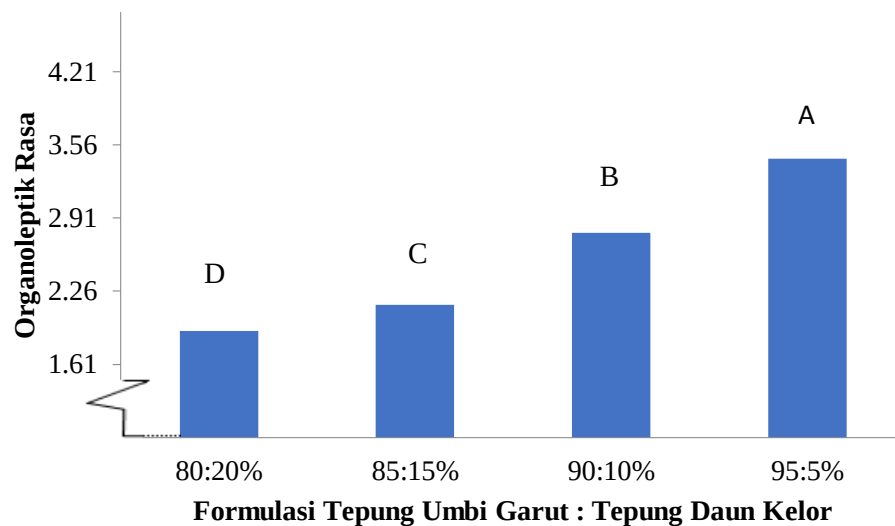
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 7) menunjukkan bahwa variasi persentase formulasi tepung umbi garut dan bubuk daun kelor berpengaruh nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai organoleptik Rasa. Tingkat perbedaan organoleptik Aroma antar perlakuan diuji menggunakan uji beda rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel 27.

Table 27. Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap nilai organoleptik rasa crackers

Perlakuan (F)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F ₁ = 80 : 20%	-	-	-	1.91	c	C
F ₂ = 85 : 15%	0.277	0.381	2	2.14	c	C
F ₃ = 90 : 10%	0.290	0.398	3	2.78	b	B
F ₄ = 95 : 5%	0.299	0.409	4	3.44	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Pada tabel 27 dapat dilihat bahwa F1 berbeda tidak nyata dengan F2 namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan F3 dan F4. Perlakuan F2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F3 dan F4. Perlakuan F3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F4. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 23.



Gambar 21. Grafik pengaruh formulasi tepung garut: tepung kelor terhadap parameter rasa crackers

Berdasarkan gambar 21 dapat dilihat adanya peningkatan nilai organoleptik seiring dengan meningkatnya persentase tepung garut dan menurunnya tepung kelor. Persentase tepung garut dan tepung kelor secara nyata meningkatkan nilai rasa dengan perlakuan yang paling disukai oleh panelis yaitu perlakuan F4 (95% : 5%) dan F3 (90% : 10%). Formulasi tepung garut dengan persentase tepung 90% hingga 95% memberikan rasa yang paling disukai oleh panelis dibandingkan dengan formulasi tepung garut yang lebih rendah yaitu perlakuan F1 dan perlakuan F2. Hal ini didukung oleh penelitian (Aisyah et al., 2024) dalam penelitiannya menyatakan bahwa gluten free cookies yang dibuat dengan perbandingan tepung garut dan konsentrasi tepung daun kelor sebanyak 4% menghasilkan produk akhir yang memiliki karakteristik organoleptik terbaik. Rasa pahit dihasilkan karena daun kelor memiliki kandungan senyawa fiktokimia seperti fenolik dan alkaloid (Untarto Swandono et al., 2025).

Waktu Pemanggangan

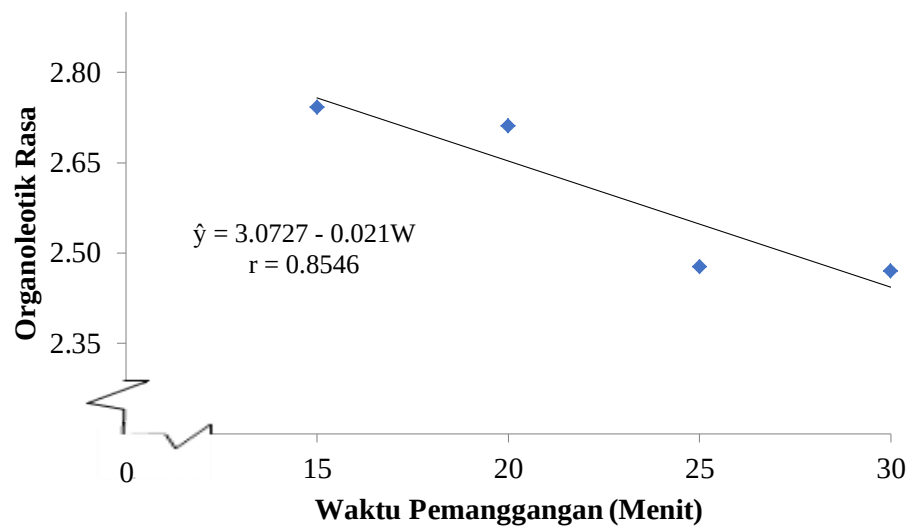
Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 7) menunjukkan bahwa waktu pemanggangan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p>0,05$) terhadap nilai organoleptik rasa crackers. Untuk penjelasan lebih detail mengenai perbedaan ini dapat dilihat pada Tabel 28

Table 28. Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap parameter rasa crackers

Perlakuan (W)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
W ₁ = 15 Menit	-	-	-	2.74	a	A
W ₂ = 20 Menit	0.277	0.381	2	2.71	a	A
W ₃ = 25 Menit	0.290	0.398	3	2.48	a	A
W ₄ = 30 Menit	0.299	0.409	4	2.47	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p<0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p<0,01$

Pada tabel 28 dapat dilihat bahwa perlakuan perlakuan W1 berbeda tidak nyata dengan W2, W3 dan W4. Perlakuan W2 berbeda tidak nyata dengan perlakuan W3 dan W4. Perlakuan W3 berbeda tidak nyata dengan perlakuan W4. Selisih rata-rata W2 dengan W1 hanya 0.03, lebih kecil dari LSR 0,05 sehingga tidak signifikan. Pada perlakuan W4 dengan W1 selisih rata-rata sebesar 0.27, masih lebih rendah dari pada nilai LSR 0.01, sehingga tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar.



Gambar 22. Grafik pengaruh waktu pemanggangan terhadap organoleptik rasa crackers

Berdasarkan gambar 22 grafik, dapat dilihat bahwa terjadinya penurunan nilai parameter yang diamati seiring dengan bertambahnya waktu pemanggangan. Nilai organoleptik rasa pada crackers berpengaruh terhadap waktu pemanggangan yang dilakukan. Pada grafik nilai tertinggi terdapat pada perlakuan W1 waktu pemanggangan 15 menit yaitu sebesar 2.74% sedangkan perlakuan W4 pemanggangan 30 menit merupakan perlakuan terendah yaitu sebesar 2.47%. Pemanggangan yang terlalu lama dapat menyebabkan rasa makanan menjadi tidak sedap, pahit dan dapat membuat produk menjadi gosong. Pemanggangan yang tepat akan menghasilkan rasa yang lebih menarik dan kaya rasa. Perubahan sifat organoleptik seperti rasa dan warna berperan penting dalam penentuan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Iswanto dan Afgani (2025) semakin lama suatu produk melewati proses pemanasan seperti penyangraian dan pemanggangan, maka rasa yang ditimbulkan akan semakin pahit dan warna akan menjadi semakin menghitam. Penelitian Nugroho (2020) mengatakan bahwa waktu pemanasan termasuk pemanggangan yang berlebihan dapat menyebabkan

perubahan rasa yang tidak diinginkan, namun dalam rentang waktu yang tidak berbeda jauh atau berimbang perubahan rasa tidak terlalu berbeda nyata.

Pengaruh interaksi antara formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap Rasa crackers.

Dari data analisa sidik ragam (lampiran 7) dapat dilihat bahwa interaksi antara pengaruh persentase tepung umbi garut : tepung daun kelor dan waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai organoleptik aroma. Sehingga untuk interaksi antara persentase tepung garut: tepung kelor dan waktu pemanggangan tidak dilakukan uji lanjut.

Organoleptik Aroma

Formulasi Tepung Umbi Garut dan Tepung Daun Kelor

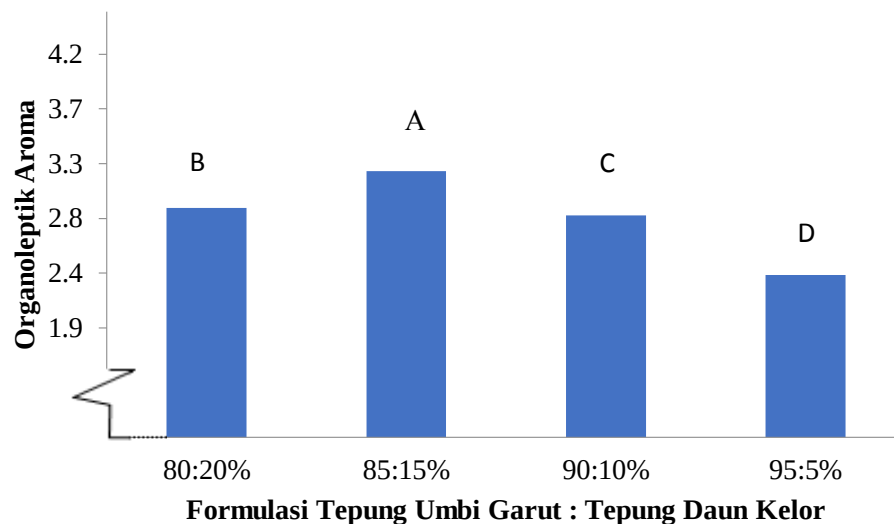
Hasil analisis sidik ragam (lampiran 8) menunjukkan bahwa pengaruh variasi persentase formulasi tepung umbi garut dan bubu daun kelor memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai organoleptik rasa. Tingkat perbedaan organoleptik aroma pada setiap perlakuan diuji menggunakan uji beda rata-rata yang dapat dilihat Tabel 29.

Table 29. Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase formulasi tepung terhadap nilai organoleptik aroma crackers

Perlakuan (F)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F ₁ = 80 : 20%	-	-	-	2.9	b	B
F ₂ = 85 : 15%	0.099	0.136	2	3.2	a	A
F ₃ = 90 : 10%	0.103	0.142	3	2.8	b	B
F ₄ = 95 : 5%	0.107	0.146	4	2.3	c	C

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Data pada Tabel 29 dapat dilihat bahwa perlakuan F1 berbeda nyata dengan perlakuan F2 dan F4 namun perlakuan F1 berbeda tidak nyata dengan perlakuan F3. Perlakuan F2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan F3 dan F4. Perlakuan F3 berbeda nyata dengan perlakuan F4. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 25.



Gambar 23. Grafik pengaruh formulasi tepung garut: tepung kelor terhadap parameter organoleptik aroma.

bertambahnya persentase tepung garut dan menurunnya tepung daun kelor karena aroma yang muncul pada produk crackers berbau khas kelor. Yang sangat kuat. Hal ini didukung oleh penelitian Aisyah et al., (2024) dalam penelitiannya gluten free cookies mengatakan bahwa cookies yang dibuat dengan perbandingan tepung garut dan konsentrasi tepung daun kelor sebanyak 4% menghasilkan produk akhir yang memiliki karakteristik organoleptik terbaik. Penelitian serupa oleh (Nadhifah et al., 2020) dalam menyatakan bahwa proporsi tepung garut berpengaruh signifikan terhadap aroma sehingga memberikan perbedaan nyata

pada aroma antar perlakuan. Aroma yang dihasilkan berbau khas kelor berasal dari senyawa volatil seperti isotiosianat (Rahim et al., 2020).

Waktu Pemanggangan

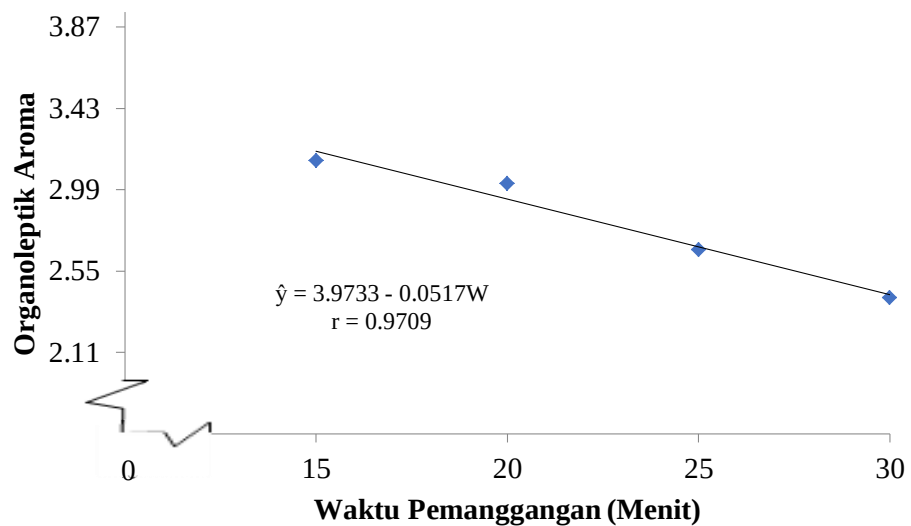
Hasil analisis sidik ragam (lampiran 8), menunjukkan bahwa adanya pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) waktu pemanggangan terhadap nilai organoleptik rasa. Tingkat perbedaan organoleptik rasa dapat dilihat pada Tabel 30.

Table 30. Hasil uji beda rata-rata pengaruh waktu pemanggangan terhadap organoleptikaroma crackers

Perlakuan (W)	LSR		Jarak	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
$W_1 = 15$ Menit	-	-	-	3.15	a	A
$W_2 = 20$ Menit	0.099	0.136	2	3.02	b	B
$W_3 = 25$ Menit	0.103	0.142	3	2.67	c	C
$W_4 = 30$ Menit	0.107	0.146	4	2.41	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan sangat berbeda nyata pada taraf $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 30 menunjukkan bahwa perlakuan W_1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_2 , W_3 , W_4 . Perlakuan W_2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_4 . Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 26.



Gambar 24. Grafik pengaruh waktu pemanggang terhadap aroma crackers

Berdasarkan gambar 26 dapat dilihat bahwa terjadinya penurunan nilai parameter yang diamati seiring dengan bertambahnya waktu pemanggang. Nilai organoleptik rasa pada crackers berpengaruh terhadap waktu pemanggang yang dilakukan. Pada grafik nilai tertinggi terdapat pada perlakuan W1 waktu pemanggang 15 menit yaitu sebesar 3.15% sedangkan perlakuan W4 pemanggang 30 menit merupakan perlakuan terendah yaitu sebesar 2.41%. Pemanggang yang terlalu lama dapat menyebabkan aroma makanan menjadi tidak sedap, pahit dan dapat membuat produk menjadi gosong. Pemanggang yang tepat akan menghasilkan aroma, rasa dan warna yang lebih menarik. Perubahan sifat organoleptik seperti rasa, aroma dan warna berperan penting dalam penentuan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Iswanto dan Afgani, 2025) semakin lama suatu produk melewati proses pemanasan seperti penyangraian dan pemanggang, maka rasa yang ditimbulkan akan semakin pahit, aroma langu dan warna akan menjadi semakin menghitam. Penelitian Nugroho (2020) mengatakan bahwa waktu pemanasan termasuk pemanggang

yang berlebihan dapat menyebabkan perubahan rasa yang tidak diinginkan, namun dalam rentang waktu yang tidak berbeda jauh atau berimbang perubahan rasa tidak terlalu berbeda nyata.

Pengaruh interaksi antara formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap Aroma crackers.

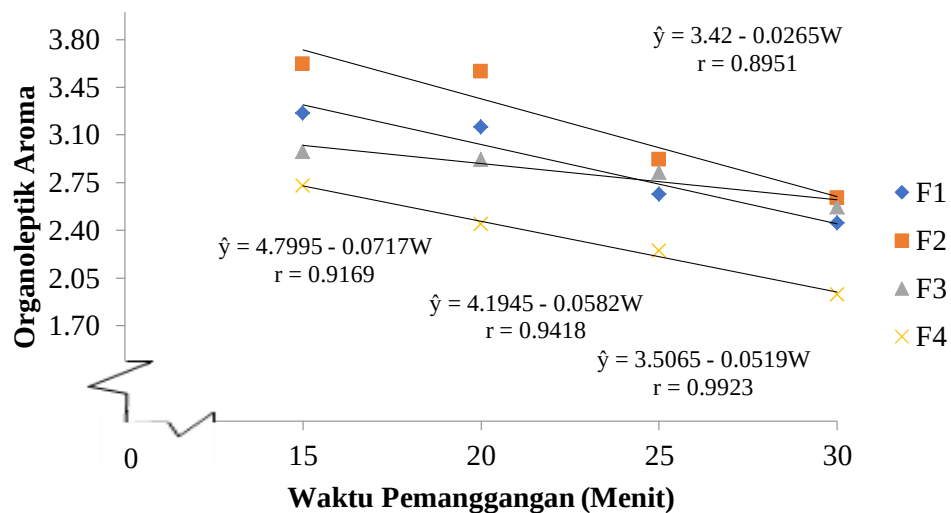
Dari data analisa sidik ragam (lampiran 8) dapat dilihat bahwa interaksi antara pengaruh persentase tepung umbi garut : tepung daun kelor dan waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai organoleptik rasa, hal ini dapat dilihat pada tabel 31.

Table 31. Uji beda rata-rata pengaruh interaksi formulasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor dan waktu pemanggangan terhadap organoleptik aroma

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
F1W1	3.26	-	-	-	b	B
F1W2	3.16	2	0.099	0.136	b	B
F1W3	2.67	3	0.103	0.142	e	E
F1W4	2.46	4	0.107	0.146	f	F
F2W1	3.62	5	0.109	0.148	a	A
F2W2	3.57	6	0.110	0.150	a	A
F2W3	2.92	7	0.111	0.152	cd	CD
F2W4	2.64	8	0.112	0.153	e	E
F3W1	2.98	9	0.113	0.155	c	C
F3W2	2.92	10	0.113	0.155	cd	CD
F3W3	2.83	11	0.114	0.156	d	D
F3W4	2.57	12	0.114	0.157	e	EF
F4W1	2.73	13	0.114	0.158	de	DE
F4W2	2.45	14	0.114	0.158	f	F
F4W3	2.25	15	0.114	0.158	g	G
F4W4	1.93	16	0.115	0.159	h	H

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,001$.

Berdasarkan tabel 29, dapat dilihat bahwa adanya pengaruh interaksi antara tepung umbi garut : tepung kelor dan waktu pemanggangan terhadap nilai organoleptik aroma yang dihasilkan. Perlakuan dengan nilai rata-rata tertinggi yaitu perlakuan F2W1 (3.62) dan perlakuan nilai rata-rata terendah yaitu perlakuan F4W4 (1.93). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 24.



Gambar 25. Grafik hubungan pengaruh interaksi formulasi tepung garut: tepung kelor dan waktu pemanggangan terhadap organoleptik rasa.

Gambar 24 menunjukkan bahwa waktu pemanggangan berpengaruh terhadap nilai organoleptik aroma pada formulasi persentase tepung umbi garut dan bubuk daun kelor. Organoleptik Aroma mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu pemanggangan dan karena adanya pengaruh dari penambahan persentase tepung kelor. Daun kelor memiliki rasa yang pahit dan bau yang langu sehingga apabila digunakan dalam jumlah banyak akan mempengaruhi nilai kesukaan panelis, sehingga formulasi crackers yang menggunakan tepung kelor 20% mendapatkan skor terendah. Kisnawaty dan Kurnia (2017) dalam peneitiannya dalam jurnalnya menyatakan bahwa pemanasan dan pemanggangan yang berlebihan dapat mengakibatkan penguapan

senyawa volatil penyusun aroma produk pangan dan dapat menurunkan nilai organoleptik aroma produk.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai (Pemanfaatan Tepung Umbi Garut (*Maranta arundinacea*) Dan Bubuk Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap *Crackers* Bernutrisi Tinggi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh persentasi tepung umbi garut dan tepung daun kelor diketahui memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap karbohidrat, protein, tekstur, warna, organoleptik rasa dan aroma pada crackers.
2. Waktu pemanggangan diketahui memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap karbohidrat, protein, tekstur, organoleptik warna arna dan organoleptik Aroma crackers.
3. Pengaruh interaksi antara tepung umbi garut dan tepung kelor dan waktu pemanggangan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap karbohidrat, protein, tekstur, warna L^* dan warna b^* sedangkan untuk parameter warna a^* dan organoleptik aroma memberikan pengaruh yang tidak nyata.
4. Hasil menunjukkan bahwa pengaruh persentasi tepung umbi garut dan tepung kelor disetiap perlakuan terhadap waktu pemanggangan yang bervariasi, hasil menunjukkan bahwa perlakuan F4 (95%:5%) merupakan perlakuan yang terbaik untuk parameter karbohidrat, warna, organoleptik rasa, aroma, tekstur crackers dan dapat diterima oleh konsumen, sedangkan perlakuan F1 (80%:20%) merupakan perlakuan terbaik untuk parameter

protein. Waktu pemanggangan terbaik untuk setiap perlakuan yaitu W1 (15 menit).

5. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, persyaratan yang memenuhi SNI 01-2973-1992 yaitu kadar karbohidrat, kadar protein perlakuan F1(80%:20%), nilai tekstur dan warna. Aroma dan rasa belum memenuhi persyaratan SNI 01-2973-1992 karena rasa crackers yang dihasilkan terasa pahit untuk perlakuan F1, perlakuan F2 dan perlakuan F3 dan aroma yang dihasilkan berbau langu daun kelor yang kuat terutama pada perlakuan F1 dan F2.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperhatikan persentase penggunaan tepung umbi garut dan tepung daun kelor dalam pembuatan produk pangan seperti crackers. Penggunaan tepung kelor yang berlebihan dapat menyebabkan rasa pahit dan bau langu yang kuat pada produk. Oleh sebab itu, penelitian selanjutnya sebaiknya mempertimbangkan penggunaan bahan tambahan atau perisa, seperti vanilla, palm sugar, atau rempah-rempah yang dapat menutupi dan mengurangi rasa pahit dan bau langu pada kelor agar dapat diterima oleh konsumen namun tetap mempertahankan nilai gizinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Baset, W. S., & Almoselhy, R. I. M. (2023). Food Science And Applied Biotechnology Effect Of Baking Temperature On Quality And Safety Of School Meal Biscuits. *Food Science And Applied Biotechnology*, 2023(2), 2023. <https://doi.org/10.30721/Fsab2023.V6.I2>
- Aisyah, W. D., Nurminabari, I. S., & Rukmana, J. (2024). *Pengaruh Perbandingan Tepung Umbi Garut (Maranta Arundinacea L.) Dengan Tepung Almond (Prunus Dulcis) Dan Konsentrasi Tepung Daun Kelor (Moringa Oleifera L.) Terhadap Karakteristik Organoleptik Gluten Free Cookies*. Universitas Pasundan.
- Akbar, Winarti, S., & Rosida. (2023). Pengaruh Proporsi Tepung Sagu (Metroxylon Spp.) Dan Tepung Gembili (Discorea Esculenta) Dengan Penambahan Gliserol Monostearat Terhadap Karakteristik Mi Basah. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(3), 778–787. <https://doi.org/10.33379/Gtech.V7i3.2516>
- Aliwasa, Fratama, R., Ramadhan, A., Cahyuda, N., & Hetrik Agroindustri Pangan, M. (2024). *Uji Kandungan Karbohidrat Pada Mie Sagu Basah Test Of Carbohydrate Content In Wet Sago Noodles*. 3(3), 138–149.
- Andiani, A., Hadi, L., & Sudarmanto, H. B. (2012). *Potensi Garut (Maranta Arundinacea L.) Sebagai Pengganti Beras Ditinjau Dari Segi Produksi Umbi*.
- Anwar, K., & Kristiastuti, D. D. (2019). Pengaruh Proporsi Tepung Pisang Kepok (Musa Paradisiaca L.) Dan Tepung Umbi Garut (Maranta Arundinacea) Terhadap Sifat Organoleptik Butter Cookies. *Tata Boga*, 8(2), 258–267.
- Ari, C. D. (2018). *Tingkat Kesukaan Mie Irut Mokaf Sebagai Pangan Lokal Banjarnegara*. 116–121.
- Artina, Z. J., Ayu, D. F., & Rahmayuni, R. (2023). The Crackers Of Modified Cassava Flour (Mocaf) And Cowpea Flour: Chemical And Sensory Properties. *Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(1), 57–64. <https://doi.org/10.30598/Jagritekno.2023.12.1.57>
- Arziyah, D., Yusmita, L., & Wijayanti, R. (2022). Analisis Mutu Organoleptik Sirup Kayu Manis Dengan Modifikasi Perbandingan Konsentrasi Gula Aren Dan Gula Pasir. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Eksakta*, 1(2), 105–109. <https://doi.org/10.47233/Jppie.V1i2.602>
- 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.
<https://doi.org/10.30598/Jagritekno.2017.6.2.52>
- Binawati, D. K., & Amilah, S. (2013). Effect Of Cherry Leaf (*Muntingia Calabura L.*) Bioinsecticides Extract Towards Mortality Of Worm Soil (*Agrotis Ipsilon*) And Armyworm (*Spodoptera Exiqua*) On Plant Leek (*Allium Fistolum*). *Wahana*, 61(2), 51–57.
- [Bps] Badan Pusat Statistik Jakarta. (2020). Impor Biji Gandum Dan Meslin Menurut Negara Asal Utama, 2010-2019. *Jakarta: Badan Pusat Statistik*.
- Britany, M. N., & Sumarni, L. (2021). Pembuatan Teh Herbal Dari Daun Kelor Untuk Meningkatkan Daya Tahan Tubuh Selama Pandemi Covid-19 Di Kecamatan Limo. *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat Lppm Umj*, 1. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat>
- Depkes RI. (2020). Farmakope Indonesia Edisi Iv. *Depertemen Kesehatan Republik Indonesia*.
- Dirga, Asyhari, N., & Djayanti, A. D. (2018). Analisis Protein Pada Tepung Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus Aureus L.*) Yang Dikecambahkan Menggunakan Air, Air Cucian Beras Dan Air Kelapa. *Journal Of Science And Application Technology*, 2(1), 27–33. <https://doi.org/10.35472/281412>
- Dwiningrum, R., Pisacha, I. M., & Nursoleha, E. (2023). Review: Analisis Kualitatif Dan Kuantitatif Kandungan Protein Pada Olahan Bahan Pangan. *Jurnal Farmasi*, 2. <http://journal.aisyahuniversity.ac.id/index.php/jfa>
- Fahreina, Y., Mazidah, L., Kusumaningrum, I., & Safitri, D. E. (2018a). Penggunaan Tepung Daun Kelor Pada Pembuatan Crackers Sumber Kalsium. *Argipa*, 3(2), 67–79.
- Fahreina, Y., Mazidah, L., Kusumaningrum, I., & Safitri, D. E. (2018b). Penggunaan Tepung Daun Kelor Pada Pembuatan Crackers Sumber Kalsium Application Of Flour Moringa Oleifera Leaves In The Making Of Calcium Source Crackers. *Argipa*, 3(2), 67–79.
- Fambrene, L. M., Lalujan, L., & Djarkasi, G. (2016). Pengujian Organoleptik Crackers Berbahan Baku Tepung Pisang “Mulu Bebe” Indegenous Halmahera Utara. *Cocos*, 8(1).
- Faridah, A., Jannah, R., & Marlis, M. (2020). Organoleptic Analysis Of The Honeycomb Cake (Kue Sarang Semut). *Foodscitech*, 3(1), 24–34. <https://doi.org/10.25139/Fst.V0i0.2682>
- Ferazuma, H., Marliyati, S. A., & Amalia, L. (2011). Substitusi Tepung Kepala Ikan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus Sp*) Untuk Meningkatkan Kandungan Kalsium Crackers. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 6(1), 18. <https://doi.org/10.25182/Jgp.2011.6.1.18-27>

- Fitri, A. S., Arinda, Y., & Fitriana, N. (2020). *Analisis Senyawa Kimia Pada Karbohidrat Analysis Of Chemical Compounds On Carbohydrates*. 17(1).
- Fitriani, Kadir, S., & Rahmi. (2020). Karakteristik Fisik, Kimia Dan Organoleptik Kerupuk Dari Formula Tepung Labu Kuning (*Cucurbita Moschata Duriesne Ex Poir*) Dengan Daun Kelor (*Moringa Oleifera Lam.*) Physical Chemical And Organoleptic Characteristics Of Crackers In Various Formula Of Pumpkin (*Cucurbita Moschata Duriesne Ex Poir*) And Moringa Leaf Powder (*Moringa Oleifera Lam.*). *Agrotekbis*, 8(2), 387–396.
- Gisslen, W. (2016). *Professional Baking, 7th Edition* (7th Ed.). John Wiley & Sons.
- Glover□Amengor, M., Aryeetey, R., Afari, E., & Nyarko, A. (2017). Micronutrient Composition And Acceptability Of *Moringa Oleifera* Leaf□ Fortified Dishes By Children In Ada□East District, Ghana. *Food Science & Nutrition*, 5(2), 317–323. <https://doi.org/10.1002/Fsn3.395>
- Hani, H. N., Putri, S. N. A., Ningrum, S., & Utami, D. R. (2023). Uji Kualitatif Karbohidrat Pada Makanan Empat Sehat Lima Sempurna. *Journal Of Food Safety And Processing Technology (Jfspt)*, 1(1), 21. <https://doi.org/10.30587/Jfspt.V1i1.6349>
- Hasanah. (2018). *Pengaruh Penambahan Sari Daun Kelor Dan Sari Stroberi Terhadap Hasil Uji Organoleptik Pada Permen Karamel Susu*. Universitas Santa Dharma.
- Herlambang, F. P., Lastriyanto, A., Mustofa, A., Keteknikan, A. J., Teknologi, P.-F., Brawijaya, P.-U., Veteran, J., & Korespondensi, P. (2019). Karakteristik Fisik Dan Uji Organoleptik Produk Bakso Tepung Singkong Sebagai Substitusi Tepung Tapioka. In *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem* (Vol. 7, Issue 3).
- Hidayat, T., Kandriasari, A., & Alsuheindra. (2024). Pengaruh Suhu Pemanggangan Terhadap Kualitas Fisik Dan Daya Terima Kue Biji Ketapang. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10 (7), 1017–1030.
- Ihro, S., Ria Na H, M., Di, Y., & Susa Ndi, A. (2018). Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Mocaf Dalam Pembuatan Kue Kering. In *Jurnal Agrotek* (Vol. 5, Issue 1).
- Ispitasari, R., & Haryanti. (2022). Pengaruh Waktu Destilasi Terhadap Ketepatan Uji Protein Kasar Pada Metode Kjeldahl Dalam Bahan Pakan Ternak Berprotein Tinggi. *Journal Of Laboratory Issn*, 5(1), 39–43.
- Iswanto, F., & Afgani, C. A. (2025). Kajian Penggunaan Waktu Yang Tepat Dalam Proses Penyangraian Kopi Biji Asam Khas Sumbawa. *Jurnal Inovasi Teknologi Pangan*, 2, 9–20.

- Khasanah, R., Jumari, J., & Nurchayati, Y. (2023). Etnobotani Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera* L.) Di Kabupaten Pemalang Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4), 870–880. <https://doi.org/10.14710/Jil.21.4.870-880>
- Khotimah, K., Rachmawanti Affandi, D., Brisha Nuary, R., Pitara Sanjaya, A., & Sulistiowati, M. (2023). Karakteristik Biskuit Kelor (*Moringa Oleifera*) Berbasis Pati Garut (*Maranta Arundinacea*) Dan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.) Dengan Variasi Pemanis. *Journal Of Applied Agriculture, Health, And Technology*, 1(2). <https://doi.org/10.20961/Jaht.V1i2.559>
- Koswara S. (2013). *Umbi Garut*. Seafast Center Ipb.
- Kusumawardani, H. D., Riyanto, S., Setianingsih, I., Puspitasari, C., Juwantoro, D., Harfana, C., & Ayuni, P. D. (2018). Kandungan Gizi, Organoleptik, Dan Umur Simpan Biskuit Dengan Substitusi Tepung Komposit (Daun Kelor, Rumput Laut, Dan Pisang). *Media Gizi Mikro Indonesia*, 9(2), 123–138. <https://doi.org/10.22435/Mgmi.V9i2.543>
- Lapelusa, A., & Kaushik, R. (2022). *Physiology Proteins* (Charles R & Maulana Azad, Eds.; Nih). Narional Library Of Medicine.
- Larasati, E. D., Driananta, R., Dewi, T., Zahirah, A., Rahmatullah, O. N., & Herawati, N. (2023). Indonesian Chemistry And Application Journal Selulosa Dan Glukosa. *Indonesian Chemistry And Application Journal*, 6(1).
- Mahwita, A. S. N., & Catur Adi, A. (2022). Kajian Literatur: Potensi Umbi Garut Sebagai Pangan Alternatif Untuk Penderita Diabetes Melitus Literature Review: Potential Of Garut Tuber As An Alternative Food For Diabetes Mellitus Patients. *Media Gizi Kesmas*, 11, 595–603.
- Marjan, L. (2021). Pembuatan Dan Karakterisasi Beras Analog Berindeks Glikemik Rendah Dari Umbi Garut (*Maranta Arundinacea* L.) Dan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Sebagai Alternatif Pangan Fungsional. *Gastron Ecuatoriana Ytur Local*, 1, 1–79.
- Marsono, Y. (2002). Indeks Glisemik Umbi-Umbian. *Agritech*, 22.
- Meilita, Q. (2019). *Pengaruh Suhu Dan Waktu Pemanggangan Dan Perbandingan Tepung Kacang Merah Dengan Tepung Talas Terhadap Karakteristik Cookies*. Universitas Pasundan.
- Mey, I. F., Ishartani, D., & Affandi, D. R. (2014). Pemanfaatan Tepung Umbi Garut (*Maranta Arundinacea* L) Sebagai Pengganti Terigu Dalam Pembuatan Biskuit Tinggi Energi Protein Dengan Penambahan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L) T. *Jurnal Teknosains Pangan*, 3(1). www.ilmupangan.fp.uns.ac.id

- Mulyana, L., & Farida, E. (2023). Optimasi Formula Flakes Umbi Garut (*Maranta Arundinacea* L.) Sebagai Pangan Sarapan Berenergi Tinggi. *Agritech*, 43(1), 21. <https://doi.org/10.22146/Agritech.69049>
- Murlida, E., & Moh Nur, B. (2021a). Pengaruh Suhu Dan Waktu Pemanggangan Terhadap Mutu Fisik, Kimia Dan Organoleptik Pada Biskuit Ubi Jalar Ungu (Effect Of Baking Temperature And Time On The Quality Of Physical, Chemical, And Organoleptic In Purple Sweet Potato Biscuits). *Jim Pertanian-Thp*, 6(2), 37–46. www.jim.unsyiah.ac.id/Jfp
- Murlida, E., & Moh Nur, B. (2021b). Pengaruh Suhu Dan Waktu Pemanggangan Terhadap Mutu Fisik, Kimia Dan Organoleptik Pada Biskuit Ubi Jalar Ungu (Effect Of Baking Temperature And Time On The Quality Of Physical, Chemical, And Organoleptic In Purple Sweet Potato Biscuits). *Jim Pertanian-Thp*, 6(2), 37–46. www.jim.unsyiah.ac.id/Jfp
- Murtaza, D. (2024). *Pengaruh Suhu Dan Waktu Pemanggangan Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Cookies Tepung Buah Nipah (Nypa Fruticans Wumb) Dan Puree Labu Kuning (Cucurbita Moschata Duch)*. Universitas Jambi.
- Nadhifah, E. I., Suhartiningsih, Nur, C. A., & Purwidiani, N. (2020). *Pengaruh Proporsi Tepung Garut Dan Tepung Beras Merah Terhadap Kesukaan Sifat Organoleptik Biskuit Durian* (Vol. 9, Issue 2).
- Naufal Fikri, J., & Nairfana, I. (2020). *Pengaruh Variasi Penambahan Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera) Terhadap Warna Dan Organoleptik Selai Buah Naga Merah (Hylocereus Polyrhizus) The Addition Of Kelor Leaves (Moringa Oleifera) To Color And Sensory Characteristics Of Red Dragon Fruit Jam*.
- Nisah, K., Afkar, M., & Sa'diah, H. (2021). Analisis Kadar Protein Pada Tepung Jagung, Tepung Ubi Kayu Dan Tepung Labu Kuning Dengan Metode Kjeldhal. *Amina*, 1(3), 108–113. <https://doi.org/10.22373/Amina.V1i3.46>
- Nooshkam, M., Varidi, M., & Verma, D. K. (2020). Functional And Biological Properties Of Maillard Conjugates And Their Potential Application In Medical And Food: A Review. *Food Research International*, 131, 109003. <https://doi.org/10.1016/J.Foodres.2020.109003>
- Nurprialdi, B., Olivia, V., Gani, T., Halda, S., Pratama, P. A., & Panjaitan, R. S. (2023). Qualitative And Quantitative Identification Of Carbohydrates In Commercial Yoghurt Products. *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Research*, 2. www.jurnal.umsb.ac.id/index.php/Ijpr
- Pratiwi, U. K., Basuki, E., & Nofrida, R. (2025). *Pengaruh Rasio Tepung Umbi Garut (Maranta Arundinacea) Dan Tepung Kacang Gude (Cajanus Cajan) Terhadap Mutu Kimia Dan Sensoris Flakes The Effect Of Ratio Of Arrowroot*

(Maranta Arundinacea) Flour And Pigeon Pea (Cajanus Cajan) Flour On Chemical And Sensory Quality Of Flakes (Vol. 3, Issue 1).

- Rahadita, A. D. K. K., Rosida, D. F., & Pratiwi, Y. S. (2024a). Bagelen Substitusi Tepung (Terigu, Garut, Dan Kedelai) Dengan Penambahan Bubuk Daun (Kelor Dan Bayam) Sebagai Upaya Pencegahan Stunting. *Physical Sciences, Life Science And Engineering*, 1(3), 16. <https://doi.org/10.47134/Pslse.V1i3.245>
- Rahadita, A. D. K. K., Rosida, D. F., & Pratiwi, Y. S. (2024b). Bagelen Substitusi Tepung (Terigu, Garut, Dan Kedelai) Dengan Penambahan Bubuk Daun (Kelor Dan Bayam) Sebagai Upaya Pencegahan Stunting. *Physical Sciences, Life Science And Engineering*, 1(3), 16. <https://doi.org/10.47134/Pslse.V1i3.245>
- Rahim, A., Herlianti, H., & Rostiati, R. (2020). Karakteristik Kimia Dan Organoleptik Teh Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lam.) Berdasarkan Ketinggian Tempat Tumbuh. *Ghidza: Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, 3(2), 59–62. <https://doi.org/10.22487/Ghidza.V3i2.23>
- Ratnaningsih, N., & Nugraheni, M. (2010). Teknologi Pengolahan Pati Garut Dan Diversifikasi Produk Olahannya Dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Pangan. *Inotek*, 14, 192–207.
- Rismayanthi, C. (2006). Konsumsi Protein Untuk Peningkatan Prestasi. *Medikora*, 2 (2), 135–145.
- Selawati, F., Atul Quddus, A., & Mardiana. (2024). *Karakteristik Kimia Dan Organoleptik Crackers Dengan Substitusi Tepung Beras Merah Dan Tepung Tempe Chemical And Organoleptic Characteristics Of Crackers With Substitution Of Brown Rice Flour (Oryza Nivara L.) And Tempe Flour*. 14(2), 63–69.
- Sinaga, A. S. (2019). Segmentasi Ruang Warna L*A*B. *Jurnal Mantik Penusa*, 3(1), 43–46.
- [Sni] Standar Nasional Indonesia 3751-2018. (2018). Tepung Terigu. *Jakarta: Badan Standar Nasional*.
- [Sni] Standar Nasional Indonesia. (2011). Biskuit. *Jakarta: Badan Standarisasi Nasional*.
- Suhendri, A. D., Wuri Wulandari, Y., & Asrie Widanti, Y. (2022). Gluten Free Brownies From Mocaf And Bran Flour Substitution With Variation Of Baking Time. *Jitipari*, 7(1), 20–29. <http://ejurnal.unisri.ac.id/index.php/jtpr/indexterakreditasiSinta4sesuaideNganskno.200/M/Kpt/2020tanggal23desember2020https://Sinta.Ristekbrin.Go.Id/Journals/Detail?Id=7556>

- Umar, R. R., & Anisah, M. F. (2024). Manfaat Substitusi Tepung Terigu Dalam Produksi Biskuit. *Ikraith Teknologi*, 8 (1), 54–60. <https://doi.org/10.37817/ikraith-teknologi.v8i1>
- Untarto Swandono, H., Prodyanatasari, A., Hidayah, N., Laksono, A., Fatia Ulfa, C., & Nisa, K. (2025). Studi Fitokimia Kualitatif Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Berbasis Reaksi Kimia-Fisika. *Jurnal Sintesis*, 6.
- Valencia, A. G., Freitas Moraes, I. C., Vinicius Lourenço, R., Barbosa Bittante, A. M. Q., & Do Amaral Sobral, P. J. (2015). Physicochemical Properties Of Maranta (*Maranta Arundinacea* L.) Starch. *International Journal Of Food Properties*, 18(9), 1990–2001. <https://doi.org/10.1080/10942912.2014.958162>
- Viani, T. O., Rizal, S., Nurdjanah, S., & Nawansih, O. (2023). Formulasi Tepung Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.) Dan Tepung Terigu Terhadap Mutu Sensori, Fisik, Dan Kimia Cupcake Formulation Of Moringa Leaf (*Moringa Oleifera* L.) Flour And Wheat Flour For The Sensory, Physical, And Chemical Quality Of The Cupcake. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 2(1), 147.
- Wadli, Hasdar, M., & Aeni, T. (2022). The Effect Of Percentage Of Using Coagulant On The Texture In Making Peanut Tofu. In *Journal Of Technology And Food Processing (Jtffp)* (Vol. 02, Issue 02).
- Xu, Z.-Z., Huang, G.-Q., Xu, T.-C., Liu, L.-N., & Xiao, J.-X. (2019). Comparative Study On The Maillard Reaction Of Chitosan Oligosaccharide And Glucose With Soybean Protein Isolate. *International Journal Of Biological Macromolecules*, 131, 601–607. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.101>
- Yuniarsih, E., Adawiyah, D. R., Syamsir, E., Studi, P., Profesional, M., Pangan, T., Bogor, P., Ilmu, D., & Pertanian, T. (2019). Karakter Tepung Komposit Talas Beneng Dan Daun Kelor Pada Kukis. *Jurnal Mutu Pangan*, 6(1), 46–53. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2019.6.46>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Rataan Karbohidrat Crackers

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1W1	75.56	75.72	151.280	75.640
F1W2	75.79	75.85	151.640	75.820
F1W3	76.05	75.91	151.960	75.980
F1W4	76.29	76.24	152.530	76.265
F2W1	76.02	76.06	152.080	76.040
F2W2	77.24	77.37	154.610	77.305
F2W3	77.22	77.33	154.550	77.275
F2W4	79.75	79.58	159.330	79.665
F3W1	78.23	78.15	156.380	78.190
F3W2	78.62	78.55	157.170	78.585
F3W3	78.64	78.79	157.430	78.715
F3W4	79.77	79.87	159.640	79.820
F4W1	79.95	80.05	160.000	80.000
F4W2	81.82	82.72	164.540	82.270
F4W3	82.18	82.08	164.260	82.130
F4W4	82.25	82.15	164.400	82.200
Total	1255.38	1256.42	2511.8	1255.9
Rataan	78.4613	78.5263	156.988	78.49375

Lampiran 1. Data Analisis Sidik Ragam Karbohidrat Crackers

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	164.53	10.97	352.91	**	2.35	3.41
F	3	140.13	46.71	1502.85	**	3.24	5.29
F Lin	1	0.85	0.85	27.31	**	4.49	8.53
F Kuad	1	2.77	2.77	89.22	**	4.49	8.53
F Kub	1	1.53	1.53	49.19	**	4.49	8.53
W	3	16.33	5.44	175.17	**	3.24	5.29
W Lin	1	14.84	14.84	477.31	**	4.49	8.53
W Kuad	1	0.01	0.01	0.27	tn	4.49	8.53
W Kub	1		1.49	47.94	**	4.49	8.53
F x W	9	8.07	0.90	28.84	**	2.54	3.78
Galat	16	0.497	0.031				
Total	31	165.03					

Keterangan: KK: 4% **: Sangat nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 2. Data Rataan Protein Crackers

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1W1	6.15	6.19	12.340	6.170
F1W2	5.76	5.72	11.480	5.740
F1W3	5.33	5.43	10.760	5.380
F1W4	5.29	5.15	10.440	5.220
F2W1	5.97	5.85	11.820	5.910
F2W2	5.47	5.43	10.900	5.450
F2W3	4.91	4.97	9.880	4.940
F2W4	3.72	3.67	7.390	3.695
F3W1	5.23	5.26	10.490	5.245
F3W2	4.84	4.87	9.710	4.855
F3W3	4.71	4.74	9.450	4.725
F3W4	3.51	3.55	7.060	3.530
F4W1	4.72	4.65	9.370	4.685
F4W2	3.87	3.79	7.660	3.830
F4W3	2.65	2.57	5.220	2.610
F4W4	1.62	1.89	3.510	1.755
Total	73.75	73.73	147.48	73.74
Rataan	4.60938	4.60813	9.2175	4.60875

Lampiran 2. Data Analisis Sidik Ragam Protein Crackers

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	44.85	2.99	638.72	**	2.35	3.41
F	3	24.95	8.32	1776.72	**	3.24	5.29
F Lin	1	0.15	0.15	31.11	**	4.49	8.53
F Kuad	1	1.10	1.10	233.95	**	4.49	8.53
F Kub	1	0.55	0.55	118.47	**	4.49	8.53
W	3	16.70	5.57	1189.06	**	3.24	5.29
W Lin	1	16.45	16.45	3513.60	**	4.49	8.53
W Kuad	1	0.22	0.22	46.53	**	4.49	8.53
W Kub	1	0.03	0.03	7.06	*	4.49	8.53
F x W	9	3.20	0.36	75.94	**	2.54	3.78
Galat	16	0.075	0.005				
Total	31	44.9252					

Keterangan: KK: 6% **: Sangat nyata *: Nyata

Lampiran 3. Data Rataan Tekstur Crackers

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1W1	1.53	1.52	3.050	1.525
F1W2	1.43	1.45	2.880	1.440
F1W3	1.32	1.3	2.620	1.310
F1W4	1.24	1.25	2.490	1.245
F2W1	1.43	1.45	2.880	1.440
F2W2	1.31	1.35	2.660	1.330
F2W3	1.2	1.28	2.480	1.240
F2W4	1.13	1.15	2.280	1.140
F3W1	1.34	1.35	2.690	1.345
F3W2	1.25	1.28	2.530	1.265
F3W3	1.25	1.27	2.520	1.260
F3W4	1.06	1.08	2.140	1.070
F4W1	1.35	1.33	2.680	1.340
F4W2	1.28	1.26	2.540	1.270
F4W3	1.15	1.13	2.280	1.140
F4W4	1.05	1.03	2.080	1.040
Total	20.32	20.48	40.8	20.4
Rataan	1.27	1.28	2.55	1.275

Lampiran 3. Data Analisis Sidik Ragam Tekstur Crackers

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	0.53	0.04	86.14	**	2.35	3.41
F	3	0.15	0.05	121.45	**	3.24	5.29
F Lin	1	0.00	0.00	2.18	tn	4.49	8.53
F Kuad	1	0.01	0.01	14.67	**	4.49	8.53
F Kub	1	0.00	0.00	0.61	tn	4.49	8.53
W	3	0.37	0.12	296.18	**	3.24	5.29
W Lin	1	0.36	0.36	884.39	**	4.49	8.53
W Kuad	1	0.00	0.00	3.67	tn	4.49	8.53
W Kub	1	0.00	0.00	0.49	tn	4.49	8.53
F x W	9	0.02	0.00	4.36	**	2.54	3.78
Galat	16	0.01	0.00				
Total	31	0.53	0.04	86.14	**	2.35	3.41

Keterangan: KK: 4% **: Sangat nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 4. Data Rataan Warna L* Crackers

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1W1	33.65	33.85	67.500	33.750
F1W2	32.62	32.42	65.040	32.520
F1W3	30.85	30.55	61.400	30.700
F1W4	29.68	29.48	59.160	29.580
F2W1	39.77	39.97	79.740	39.870
F2W2	36.06	36.26	72.320	36.160
F2W3	34.16	34.46	68.620	34.310
F2W4	33.34	33.64	66.980	33.490
F3W1	47.15	47.35	94.500	47.250
F3W2	42.79	42.59	85.380	42.690
F3W3	37.99	37.69	75.680	37.840
F3W4	36	36.4	72.400	36.200
F4W1	56.41	56.21	112.620	56.310
F4W2	54.45	54.15	108.600	54.300
F4W3	52.35	52.45	104.800	52.400
F4W4	43.05	43.65	86.700	43.350
Total	640.32	641.12	1281.44	640.72
Rataan	40.02	40.07	80.09	40.045

Lampiran 4. Data Analisis Sidik Ragam Warna L* Crackers

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	2187.9	145.9	3590.4	**	2.35	3.41
F	3	1772.7	590.9	14545.0	**	3.24	5.29
F Lin	1	10.5	10.5	259.2	**	4.49	8.53
F Kuad	1	78.8	78.8	1938.5	**	4.49	8.53
F Kub	1	9.4	9.4	230.7	**	4.49	8.53
W	3	325.9	108.6	2674.0	**	3.24	5.29
W Lin	1	325.5	325.5	8011.6	**	4.49	8.53
W Kuad	1	0.2	0.2	3.9	tn	4.49	8.53
W Kub	1	0.3	0.3	6.7	*	4.49	8.53
F x W	9	89.4	9.9	244.4	**	2.54	3.78
Galat	16	0.650	0.041				
Total	31	2188.57					

Keterangan: KK: 3% **: Sangat nyata *: Nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 5. Data Rataan Warna a* Crackers

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1W1	2.21	2.25	4.460	2.230
F1W2	3.16	3.12	6.280	3.140
F1W3	3.86	3.83	7.690	3.845
F1W4	4.6	4.3	8.900	4.450
F2W1	2.18	2.15	4.330	2.165
F2W2	2.65	2.6	5.250	2.625
F2W3	3.41	3.44	6.850	3.425
F2W4	3.94	3.92	7.860	3.930
F3W1	1.47	1.45	2.920	1.460
F3W2	2.03	2.04	4.070	2.035
F3W3	2.92	2.98	5.900	2.950
F3W4	3.37	3.33	6.700	3.350
F4W1	1.23	1.13	2.360	1.180
F4W2	1.68	1.48	3.160	1.580
F4W3	2.3	2.2	4.500	2.250
F4W4	3	3.73	6.730	3.365
Total	44.01	43.95	87.96	43.98
Rataan	2.75063	2.74688	5.4975	2.74875

Lampiran 5. Data Analisis Sidik Ragam Warna a* Crackers

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	27.51	1.83	84.15	**	2.35	3.41
F	3	8.38	2.79	128.14	**	3.24	5.29
F Lin	1	0.05	0.05	2.38	tn	4.49	8.53
F Kuad	1	0.00	0.00	0.06	tn	4.49	8.53
F Kub	1	0.08	0.08	3.55	tn	4.49	8.53
W	3	18.64	6.21	285.06	**	3.24	5.29
W Lin	1	18.59	18.59	853.06	**	4.49	8.53
W Kuad	1	0.01	0.01	0.45	tn	4.49	8.53
W Kub	1	0.04	0.04	1.68	tn	4.49	8.53
F x W	9	0.49	0.05	2.52	tn	2.54	3.78
Galat	16	0.349	0.022				
Total	31	27.51	1.83	84.15	**	2.35	3.41

Keterangan: KK: 7% **: Sangat nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 6. Data Rataan Warna b* Crackers

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1W1	20.67	20.57	41.240	20.620
F1W2	22.92	22.82	45.740	22.870
F1W3	26.48	26.58	53.060	26.530
F1W4	31.86	31.76	63.620	31.810
F2W1	23.2	23.16	46.360	23.180
F2W2	25.83	25.43	51.260	25.630
F2W3	27.84	27.64	55.480	27.740
F2W4	29.99	29.79	59.780	29.890
F3W1	24.75	24.45	49.200	24.600
F3W2	27.15	27.45	54.600	27.300
F3W3	28.42	28.62	57.040	28.520
F3W4	28.06	28.26	56.320	28.160
F4W1	25.74	25.44	51.180	25.590
F4W2	28.99	28.39	57.380	28.690
F4W3	27.39	27.59	54.980	27.490
F4W4	29.26	29.46	58.720	29.360
Total	428.55	427.41	855.96	427.98
Rataan	26.7844	26.7131	53.4975	26.74875

Lampiran 6. Data Analisis Sidik Ragam Warna b* Crackers

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	251.27	16.75	500.24	**	2.35	3.41
F	3	23.30	7.77	231.91	**	3.24	5.29
F Lin	1	0.14	0.14	4.21	tn	4.49	8.53
F Kuad	1	0.53	0.53	15.84	**	4.49	8.53
F Kub	1	0.21	0.21	6.19	*	4.49	8.53
W	3	167.82	55.94	1670.51	**	3.24	5.29
W Lin	1	165.97	165.97	4956.32	**	4.49	8.53
W Kuad	1	0.30	0.30	9.08	**	4.49	8.53
W Kub	1	1.54	1.54	46.12	**	4.49	8.53
F x W	9	60.15	6.68	199.59	**	2.54	3.78
Galat	16	0.536	0.033				
Total	31	251.81					

Keterangan: KK: 3% **: Sangat nyata *: Nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 7. Data Rataan Organoleptik Rasa Crackers

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1W1	2.05	2.06	4.110	2.055
F1W2	2.25	2.23	4.480	2.240
F1W3	1.85	1.82	3.670	1.835
F1W4	1.6	1.4	3.000	1.500
F2W1	2.35	2.36	4.710	2.355
F2W2	2.13	2.15	4.280	2.140
F2W3	2.1	2.16	4.260	2.130
F2W4	1.93	1.95	3.880	1.940
F3W1	2.95	2.97	5.920	2.960
F3W2	2.75	2.78	5.530	2.765
F3W3	2.6	2.9	5.500	2.750
F3W4	2.65	2.64	5.290	2.645
F4W1	3.9	3.3	7.200	3.600
F4W2	3.6	3.8	7.400	3.700
F4W3	3.15	3.24	6.390	3.195
F4W4	3.25	3.27	6.520	3.260
Total	41.11	41.03	82.14	41.07
Rataan	2.56938	2.56438	5.13375	2.566875

Lampiran 7. Data Analisis Sidik Ragam Organoleptik Rasa Crackers

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	12.63	0.84	49.35	**	2.35	3.41
F	3	11.37	3.79	222.25	**	3.24	5.29
F Lin	1	0.07	0.07	4.01	tn	4.49	8.53
F Kuad	1	0.36	0.36	21.18	**	4.49	8.53
F Kub	1	0.06	0.06	3.48	tn	4.49	8.53
W	3	0.90	0.30	17.65	**	3.24	5.29
W Lin	1	0.84	0.84	49.48	**	4.49	8.53
W Kuad	1	0.02	0.02	1.42	tn	4.49	8.53
W Kub	1	0.03	0.03	2.04	tn	4.49	8.53
F x W	9	0.35	0.04	2.29	tn	2.54	3.78
Galat	16	0.273	0.017				
Total	31	165.03					

Keterangan: KK: 6% **: Sangat nyata tn: Tidak nyata

Lampiran 8. Data Rataan Organoleptik Aroma Crackers

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1W1	3.23	3.29	6.520	3.260
F1W2	3.14	3.18	6.320	3.160
F1W3	2.7	2.63	5.330	2.665
F1W4	2.46	2.45	4.910	2.455
F2W1	3.64	3.6	7.240	3.620
F2W2	3.58	3.55	7.130	3.565
F2W3	2.94	2.9	5.840	2.920
F2W4	2.65	2.63	5.280	2.640
F3W1	2.9	3.06	5.960	2.980
F3W2	2.9	2.94	5.840	2.920
F3W3	2.8	2.85	5.650	2.825
F3W4	2.55	2.59	5.140	2.570
F4W1	2.75	2.71	5.460	2.730
F4W2	2.4	2.49	4.890	2.445
F4W3	2.2	2.3	4.500	2.250
F4W4	1.9	1.96	3.860	1.930
Total	44.74	45.13	89.87	44.935
Rataan	2.79625	2.82063	5.61688	2.808438

Lampiran 8. Data Analisis Sidik Ragam Organoleptik Aroma Crackers

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	6.13	0.41	188.7	**	2.35	3.41
F	3	2.96	0.99	454.92	**	3.24	5.29
F Lin	1	0.01	0.01	4.62	*	4.49	8.53
F Kuad	1	1.24	1.24	570.9	**	4.49	8.53
F Kub	1	0.12	0.12	54.11	**	4.49	8.53
W	3	2.79	0.93	430.0	**	3.24	5.29
W Lin	1	2.71	2.71	1252.2	**	4.49	8.53
W Kuad	1	0.04	0.04	18.43	**	4.49	8.53
W Kub	1	0.04	0.04	19.36	**	4.49	8.53
F x W	9	0.38	0.04	19.60	**	2.54	3.78
Galat	16	0.035	0.002				
Total	31	6.16582					

Keterangan: KK: 4% **: Sangat nyata *: Nyata

Dokumentasi Penelitian

Pembuatan Tepung Garut



Pembuatan Tepung Kelor



Pembuatan Crackers



Analisa Protein



Analisa Karbohidrat



Analisa Tekstur



Analisa Warna

