



**FORMULASI ROTI TAWAR BEBAS GLUTEN TERTAMBAH
BERBAGAI JENIS DAN KONSENTRASI BAHAN PANGAN
LEMAK NABATI**

SKRIPSI

Oleh :

Anastasia Shella Wijaya

NIM. 191710101132

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

2022



**FORMULASI ROTI TAWAR BEBAS GLUTEN TERTAMBAH
BERBAGAI JENIS DAN KONSENTRASI BAHAN PANGAN
LEMAK NABATI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkap tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan pendidikan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (S1)
dan mencapai gelas Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh :

Anastasia Shella Wijaya

NIM. 191710101132

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

2022

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua dan keluarga besar saya tercinta, Mama Roos Liani dan Papa Gunardi, dan keluarga besar yang telah memberikan segenap doa dan dukungan.
2. Dr. Ir. Jayus selaku dosen pembimbing utama, serta segenap dosen Teknologi Hasil Pertanian yang telah memberikan ilmu, dukungan, dan bimbingannya.
3. Teman-teman Alih Jenjang angkatan 2019 yang telah memberi bantuan dan dukungan.
4. Almamater Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“You cannot travel back in time to fix our mistakes, but you can learn to form them and forgive yourself for not knowing better”

-Leon Brown-

“Hadapi segala rintangan dan jangan pernah hilang harapan. Karena ketika kamu masih memiliki harapan, disitulah kamu memiliki masa depan”

-Anastasia Shella Wijaya-

“Sebuah jam berbeda dari sebuah gambar. Gambar bisa menangkap waktu, tetapi sebuah jam hanya bisa membiarkan waktu berlalu”

-Anastasia Shella Wijaya-

“Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur.”

-Filipi 4:6-

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anastasia Shella Wijaya

NIM : 191710101132

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Formulasi Roti Tawar Bebas Gluten Tertambah Berbagai Jenis dan Konsentrasi Bahan Pangan Lemak Nabati”** adalah benar-benar hasil karya sendiri yang dibiayai oleh proyek penelitian dosen, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 April 2022

Yang menyatakan,

Anastasia Shella Wijaya

191710101132

SKRIPSI

**FORMULASI ROTI TAWAR BEBAS GLUTEN TERTAMBAH
BERBAGAI JENIS DAN KONSENTRASI BAHAN PANGAN
LEMAK NABATI**

Oleh:

Anastasia Shella Wijaya

NIM. 191710101132

Pembimbing

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Jayus

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Formulasi Roti Tawar Bebas Gluten Tertambah Berbagai Jenis dan Konsentrasi Bahan Pangan Lemak Nabati**” karya Anastasia Shella Wijaya NIM 191710101132 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Rabu, 27 April 2022

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Jayus
NIP. 196805161992031004

Tim Penguji

Ketua

Anggota

Prof. Dr. Ir. Tejasari, M.Sc.
NIP. 196102101987032002

Dr. Niken Widya Palupi, S.TP., M.Sc
NIP. 197802052003122001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng
NIP. 196312121990031002

RINGKASAN

Formulasi Roti Tawar Bebas Gluten Tertambah Berbagai Jenis dan Konsentrasi Bahan Pangan Lemak Nabati; Anastasia Shella Wijaya; 191710101132; 84 halaman; Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Tepung terigu telah menjadi bahan baku utama dalam pengolahan pangan terutama pada produk *bakery*, karena tepung terigu memiliki gluten yang dapat mempengaruhi tekstur dan pengembangan adonan. Tetapi, produk yang mengandung gluten tidak dapat dikonsumsi oleh penderita ASD (*Autistic Spectrum Disorder*). Alternatif untuk menurunkan kebutuhan tepung terigu dan aman dikonsumsi bagi penderita autisme adalah dengan membuat roti tawar bebas gluten. Tepung bebas gluten yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung sorgum, tapioka, dan maizena. Karena tidak mengandung gluten, maka supaya terjadi pelumasan adonan yang baik; tepung sorgum, tapioka, dan maizena perlu ditambahkan minyak. Jenis dan konsentrasi lemak nabati yang digunakan dalam pembuatan roti bebas gluten diduga dapat berpengaruh pada kualitas roti yang dihasilkan, mengingat minyak ini akan berinteraksi dengan protein non-gluten yang ada dalam adonan tepung sorgum, tapioka, dan maizena. Jenis lemak nabati yang berbeda diduga akan membentuk jaringan protein-lemak dengan kekuatan dan elastisitas jaringan adonan yang berbeda pula. Oleh karena itu, perlu diteliti jenis lemak nabati dan seberapa besar konsentrasi lemak nabati yang perlu ditambahkan dalam pembuatan roti berbahan dasar tepung sorgum, tapioka, dan maizena supaya menghasilkan roti yang lembut dan tidak terlalu keras.

Penelitian ini menggunakan metode RAL dengan dua faktor yaitu jenis lemak nabati dan konsentrasi lemak nabati. Proses diawali dengan membuat tepung sorgum, selanjutnya pembuatan roti bebas gluten. Parameter pengamatan yang dilakukan yaitu warna, tekstur, volume pengembangan, porositas, kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, dan uji hedonik. Data hasil pengujian hedonik dianalisis menggunakan metode *chi square*. Data hasil pengujian sifat fisiko-kimia dianalisis menggunakan *Analysis of Variance*

(ANOVA). Untuk melihat perbedaan pengaruh antar perlakuan dilakukan uji *Duncan New Multiple Range Test (DNMRT)*.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan jenis lemak nabati dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap karakteristik roti tawar yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi lemak nabati yang ditambahkan, maka tekstur yang dihasilkan lebih lembut. Roti tawar bebas gluten yang paling disukai oleh panelis adalah roti tawar yang diberi perlakuan minyak goreng sebesar 15% yaitu memiliki rasa yang gurih serta tekstur yang lebih empuk dan lembut dibanding roti yang dipersiapkan menggunakan margarin maupun mentega putih. Hasil pengujian mutu gizi dari roti bebas gluten yang menggunakan minyak goreng 15% memiliki kadar air sebesar 32,95%; kadar abu sebesar 0,86%; kadar lemak sebesar 14,5%; kadar protein sebesar 2,3%; dan kadar karbohidrat sebesar 49,3%.

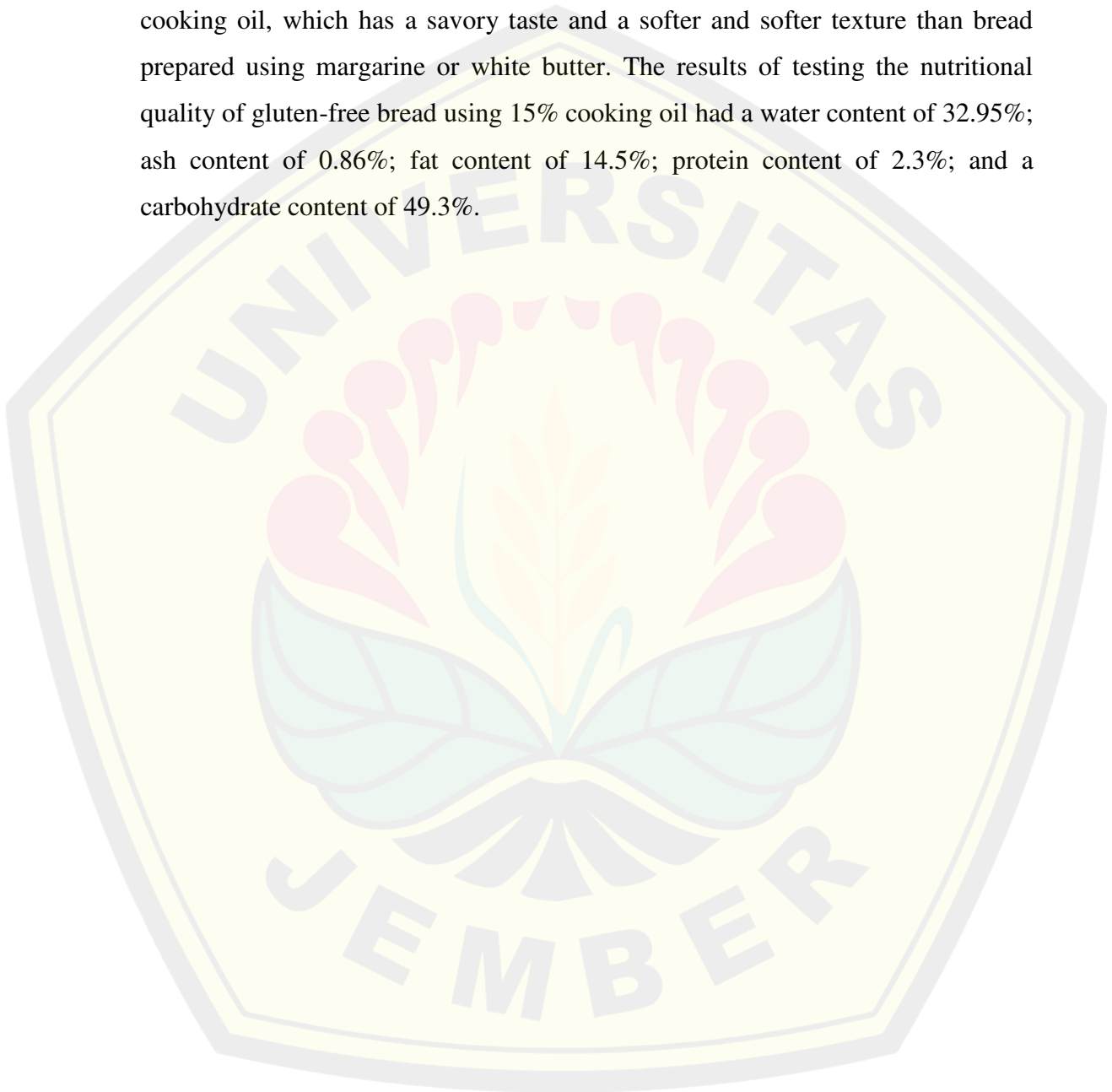
SUMMARY

Gluten-Free Bread Formulation Added Various Types and Concentrations of Vegetable Fat Foot Ingredients; Anastasia Shella Wijaya; 191710101132; 84 pages; Agricultural Product Technology Study Program; Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Wheat flour has become the main raw material in food processing, especially in bakery products, because wheat flour has gluten which can affect the texture and development of the dough. However, products containing gluten cannot be consumed by people with ASD (Autistic Spectrum Disorder). An alternative to reducing the need for wheat flour and safe for consumption for people with autism is to make gluten-free white bread. The gluten-free flours used in this study were sorghum flour, tapioca, and cornstarch. Because it does not contain gluten, there is good lubrication of the dough; sorghum flour, tapioca, and cornstarch need to be added with oil. The concentration and type of vegetable fat used in the manufacture of gluten-free bread is though are to have affect the quality of the bread produced, considering that this oil will interact with non-gluten proteins present in the dough of sorghum, tapioca, and cornstarch. Different types of vegetable fat are expected to form a protein-fat network with different strengths and elasticities of dough tissue. Therefore, it is necessary to research the type of vegetable fat and how much vegetable fat concentration needs to be added in making bread based on sorghum flour, tapioca, and cornstarch to produce soft bread and not too hard.

This study uses the RAL method with two factors, namely the type of vegetable fat and the concentration of vegetable fat. The process begins with making sorghum flour, then making gluten-free bread. Parameters observed were color, texture, expansion volume, porosity, moisture content, ash content, fat content, protein content, carbohydrate content, and hedonic test. Sensory test results data were analyzed using the chi-square method. Data from the test results of physico-chemical properties were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA). To see the difference in the effect between treatments, the Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) was carried out.

Based on the results of the research that has been done, it can be concluded that the addition of different types of vegetable fat with different concentrations affects the characteristics of the resulting white bread. The higher the concentration of added vegetable fat, the smoother the resulting texture. The most preferred gluten-free white bread by panelists was white bread that was treated with 15% cooking oil, which has a savory taste and a softer and softer texture than bread prepared using margarine or white butter. The results of testing the nutritional quality of gluten-free bread using 15% cooking oil had a water content of 32.95%; ash content of 0.86%; fat content of 14.5%; protein content of 2.3%; and a carbohydrate content of 49.3%.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus yang telah memberikan berkat dan kehidupan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Formulasi Roti Tawar Bebas Gluten Tertambah Berbagai Jenis dan Konsentrasi Bahan Pangan Lemak Nabati”** dengan baik. Skripsi ini disusun berdasarkan penelitian dan diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik oleh penulis atas dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Ir. Jayus selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian, serta kesabaran dalam memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini;
4. Prof. Dr. Ir. Tejasari, M.Sc dan Dr. Niken Widya Palupi, S.TP., M.Sc selaku tim penguji, atas saran dan evaluasi demi perbaikan penulisan skripsi ini;
5. Seluruh dosen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan pengalaman kepada penulis selama ini;
6. Seluruh teknisi laboratorium di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberi masukan dan bantuan selama di laboratorium, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik;
7. Seluruh staff dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi;
8. Mama Roos Liani dan Papa Gunardi serta keluarga besar saya yang selalu medoakan, mendukung, dan menjadi sumber semangat bagi penulis dalam melakukan berbagai hal;

9. Teman-teman seperjuangan (Annisa Nurdihati, Rizkiana Khalilah, Umi Malikal, Azhar Irfana Gangsar, Wafi Yudho Prakoso, Ihsan Sekti, dan Nurul Wahida) yang telah memberikan semangat, bantuan, dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini;

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|--------------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAMAN PEMBIMBING | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN | vii |
| SUMMARY | xi |
| PRAKATA | xii |
| DAFTAR ISI | xiv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR GAMBAR | xviii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xix |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Faktor Penentu Mutu Roti Tawar | 5 |
| 2.2 Karakteristik Roti Tawar Bebas Gluten | 7 |
| 2.3 Komponen Penyusun Tepung Komposit | 8 |
| 2.3.1 Karakteristik Tepung Sorgum | 8 |
| 2.3.2 Karakteristik Maizena | 9 |
| 2.3.3 Karakteristik Tapioka..... | 9 |
| 2.4 Efek Jenis Lemak Nabati terhadap Kualitas Roti | 10 |
| 2.5 Bahan Pembuat Roti Tawar | 13 |
| 2.5.1 Ragi | 13 |
| 2.5.2 Garam..... | 14 |
| 2.5.3 Gula..... | 15 |
| 2.5.4 Susu..... | 15 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 2.5.5 | Telur | 15 |
| 2.5.6 | Air | 16 |
| 2.5.7 | CMC (<i>Carboxyl Methyl Cellulose</i>) | 16 |
| 2.6 | Proses Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten..... | 17 |
| 2.6.1 | Pencampuran | 17 |
| 2.6.2 | Penggilasan | 17 |
| 2.6.3 | Pencetakan..... | 17 |
| 2.6.4 | Proofing..... | 17 |
| 2.6.5 | Pengovenan | 18 |
| 2.7 | Faktor-faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Roti Tawar..... | 18 |
| 2.7.1 | Jenis Tepung | 18 |
| 2.7.2 | Hidrokoloid | 18 |
| 2.7.3 | Ragi | 18 |
| BAB 3. | METODE PENELITIAN..... | 19 |
| 3.1 | Waktu dan Tempat Penelitian | 19 |
| 3.2 | Alat dan Bahan Penelitian | 19 |
| 3.2.1 | Alat Penelitian..... | 19 |
| 3.2.2 | Bahan Penelitian..... | 19 |
| 3.3 | Pelaksanaan Penelitian | 19 |
| 3.3.1 | Rancangan Percobaan | 19 |
| 3.3.2 | Pembuatan Tepung Sorgum | 20 |
| 3.3.3 | Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten | 21 |
| 3.4 | Parameter Pengamatan | 23 |
| 3.5 | Prosedur Analisa | 24 |
| 3.6 | Analisis Data | 29 |
| BAB 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 30 |
| 4.1 | Efek Jenis dan Konsentrasi Lemak Nabati terhadap Warna L* (<i>Lightness</i>) dari Roti Tawar Bebas Gluten | 30 |
| 4.2 | Efek Jenis dan Konsentrasi Lemak Nabati terhadap Tekstur dari Roti Tawar Bebas Gluten..... | 32 |
| 4.3 | Efek Jenis dan Konsentrasi Lemak Nabati terhadap Volume Pengembangan dari Roti Tawar Bebas Gluten | 34 |

| | | |
|-----------------------------|---|-----------|
| 4.4 | Efek Jenis dan Konsentrasi Lemak Nabati terhadap Porositas Roti dari Roti Tawar Bebas Gluten | 36 |
| 4.5 | Uji Hedonik | 38 |
| 4.5.1 | Pengujian Hedonik Warna | 39 |
| 4.5.2 | Pengujian Hedonik Aroma..... | 40 |
| 4.5.3 | Pengujian Hedonik Keseragaman Pori..... | 41 |
| 4.5.4 | Pengujian Hedonik Tekstur..... | 43 |
| 4.5.5 | Analisis Hedonik Rasa | 44 |
| 4.5.6 | Analisis Hedonik Keseluruhan..... | 46 |
| 4.6 | Mutu Gizi Roti Tawar Bebas Gluten..... | 47 |
| 4.6.1 | Kadar Air pada Roti Tawar Bebas Gluten | 48 |
| 4.6.2 | Kadar Abu pada Roti Tawar Bebas Gluten..... | 49 |
| 4.6.3 | Kadar Lemak pada Roti Tawar Bebas Gluten..... | 50 |
| 4.6.4 | Kadar Protein pada Roti Tawar Bebas Gluten | 51 |
| 4.6.5 | Kadar Karbohidrat pada Roti Tawar Bebas Gluten | 52 |
| BAB 5. PENUTUP..... | | 54 |
| 5.1 | Kesimpulan | 54 |
| 5.2 | Saran..... | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 55 |
| LAMPIRAN..... | | 63 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Syarat Mutu Roti Tawar..... | 8 |
| Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Roti Tawar Bebas Gluten | 19 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Sorgum | 20 |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten | 22 |
| Gambar 4.1 Lightness (L*) Roti Tawar Bebas Gluten | 29 |
| Gambar 4.2 Nilai Tekstur Roti Tawar Bebas Gluten..... | 31 |
| Gambar 4.3 Volume Pengembangan Roti Tawar Bebas Gluten..... | 33 |
| Gambar 4.4 Porositas Roti Tawar Bebas Gluten | 35 |
| Gambar 4.5 Nilai Hedonik Warna Roti Tawar Bebas Gluten..... | 37 |
| Gambar 4.6 Nilai Hedonik Aroma Roti Tawar Bebas Gluten | 38 |
| Gambar 4.7 Nilai Hedonik Keseragaman Pori Roti Tawar Bebas Gluten..... | 39 |
| Gambar 4.8 Nilai Hedonik Tekstur Roti Tawar Bebas Gluten | 40 |
| Gambar 4.9 Nilai Hedonik Rasa Roti Tawar Bebas Gluten..... | 41 |
| Gambar 4.10 Nilai Keseluruhan Roti Tawar Bebas Gluten..... | 43 |
| Gambar 4.11 Nilai Kadar Air Roti Tawar Bebas Gluten | 44 |
| Gambar 4.12 Nilai Kadar Abu Roti Tawar Bebas Gluten | 45 |
| Gambar 4.13 Nilai Kadar Lemak Roti Tawar Bebas Gluten | 46 |
| Gambar 4.14 Nilai Kadar Protein Roti Tawar Bebas Gluten..... | 47 |
| Gambar 4.15 Nilai Kadar Karbohidrat Roti Tawar Bebas Gluten..... | 48 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Pengujian Warna L* (<i>Lightness</i>) Roti Tawar Bebas Gluten | 57 |
| Lampiran 2. Pengujian Tekstur Roti Tawar Bebas Gluten | 58 |
| Lampiran 3. Pengujian Volume Pengembangan Roti Tawar Bebas Gluten | 59 |
| Lampiran 4. Pengujian Porositas Pori Roti Tawar Bebas Gluten | 60 |
| Lampiran 5. Pengujian Kadar Air Roti Tawar Bebas Gluten | 61 |
| Lampiran 6. Pengujian Kadar Abu Roti Tawar Bebas Gluten..... | 61 |
| Lampiran 7. Pengujian Kadar Lemak Roti Tawar Bebas Gluten..... | 62 |
| Lampiran 8. Pengujian Kadar Protein Roti Tawar Bebas Gluten | 62 |
| Lampiran 9. Pengujian Kadar Karbohidrat Roti Tawar Bebas Gluten | 62 |
| Lampiran 10. Pengujian Organoleptik Roti Tawar Bebas Gluten | 63 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terigu telah menjadi bahan baku utama dalam pengolahan pangan terutama pada produk *bakery*. Alasan terigu menjadi bahan baku utama dalam pembuatan *bakery*, karena terigu memiliki gluten yang berpengaruh positif terhadap tekstur dan pengembangan adonan roti. Namun, roti yang bergluten tidak aman dikonsumsi oleh penderita ASD (*Autistic Spectrum Disorder*). Solusi teknologi terkait masalah tersebut yaitu dengan membuat roti bebas gluten. Tentu saja penggunaan bahan tepung kombinasi tersebut berpengaruh terhadap mutu roti. Selain itu penggunaan bahan pangan lemak nabati (margarin, mentega putih, dan minyak goreng) dapat mengatasi mutu roti tersebut.

Komponen protein dalam gluten mempunyai sifat viskoelastisitas bila dicampur dengan air serta dapat menahan gas yang terbentuk saat fermentasi, sehingga dapat mengembang dan mempunyai pori-pori yang seragam (Hardoko, 2010). Pada pembuatan roti, penggunaan tepung bebas gluten akan menghasilkan roti dengan tekstur yang keras dan volume pengembangan yang rendah. Pada penelitian sebelumnya, roti tawar menggunakan tepung bebas gluten terbukti mampu menghasilkan volume pengembangan yang baik dengan penambahan gum xanthan (Kuswardani, 2008). Selain itu, dengan penambahan hidrokoloid mampu meningkatkan volume pengembangan dan tekstur roti yang empuk (Faridah, 2015). Peningkatan waktu *proofing* dapat menghasilkan roti tawar dengan tekstur yang keras (Muthoharoh dan Sutrisno, 2017). Beberapa tepung bebas gluten yang dapat digunakan dalam pembuatan roti tawar yaitu tapioka, maizena, dan tepung sorgum (Maulida dkk., 2019).

Sorgum termasuk sumber sereal kelima di dunia setelah beras, jagung, gandum, dan *barley* yang memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi sebagai sumber karbohidrat, protein, vitamin, dan beberapa mineral penting (Ibrahim dkk., 2005). Kadar protein kafirin hampir sama dengan protein gluten, namun keberadaan sorgum terikat oleh pati sehingga tingkat kecernaannya rendah (Mustika dkk., 2015). Tepung sorgum tidak mengandung gluten, sehingga jika diaplikasikan untuk

membuat roti akan berdampak pada tekstur roti yang dihasilkan seperti volume pengembangan, pori-pori kecil, dan memiliki tekstur yang agak keras. Oleh karena itu, jika tepung sorgum ingin diaplikasikan untuk membuat roti harus dikombinasikan dengan pati bebas gluten lainnya (Sarofah, 2019). Tepung yang akan dikombinasikan dengan tepung sorgum yaitu tapioka dan maizena.

Tepung tapioka dan maizena mengandung amilopektin yang tinggi sehingga memiliki kemampuan mengikat air yang banyak pada proses pembuatan roti tawar (Zainuddin, 2016). Penambahan tepung tapioka dan maizena memerlukan perbandingan yang sesuai agar tidak terjadi pengerasan tekstur roti tawar akibat terlalu banyak penambahan tapioka dan agar tidak mudah rusak karena penambahan maizena yang tidak sesuai. Penggunaan maizena pada pembuatan roti dapat menghasilkan roti dengan pori-pori *crumb* seragam namun sangat kecil karena tidak dapat menahan tekanan gas. Penggunaan tapioka pada pembuatan roti tawar dapat mengikat air dengan baik dan membentuk massa adonan yang kental dengan sifat yang liat, lengket, dan sedikit elastis karena mengandung amilopektin yang tinggi (Kuswardani dkk., 2008).

Bahan lain yang digunakan dalam pembuatan roti tawar bebas gluten adalah lemak nabati. Pada pembuatan roti, lemak memiliki fungsi untuk membantu mempertinggi rasa, memperkuat jaringan zat gluten, dan melumaskan adonan (Koswara, 2009). Jenis lemak yang biasanya digunakan dalam pembuatan roti antara lain mentega (*butter*), mentega putih, dan margarin. Jenis lemak nabati yang digunakan dalam penelitian ini yaitu margarin, minyak goreng sawit, dan mentega putih. Fungsi margarin dalam pembuatan roti yaitu untuk memberikan efek empuk dalam produk dan berfungsi memperbaiki rasa pada hasil produk (Marom, 2013). Fungsi minyak goreng dalam pembuatan roti yaitu untuk membantu dalam aerasi, memperbaiki rasa, memperbaiki kualitas penyimpanan, dan melembutkan tekstur (Faridah dkk., 2008). Fungsi mentega putih dalam pembuatan roti yaitu untuk memperbesar volume roti dan memperbaiki tekstur. Pada penelitian Lestari (2016) penggunaan jenis lemak pada roti tawar lebih optimal pada konsentrasi 7% dibandingkan 9%, roti yang dihasilkan memiliki tekstur yang lebih lunak dan pori-pori *crumb* lebih rapat.

Berdasarkan penjelasan di atas dan setelah melihat fungsi dari setiap perbedaan jenis tepung campuran serta jenis lemak, peneliti tertarik untuk mengangkat pada penelitian produk roti tawar dalam bentuk skripsi dengan judul “Formulasi Roti Tawar Bebas Gluten Tertambah Berbagai Jenis dan Konsentrasi Bahan Pangan Lemak Nabati.” Pada penelitian ini penggunaan tepung campuran dan jenis lemak nabati memiliki fungsi untuk meningkatkan kualitas roti tawar bebas gluten. Jenis lemak nabati seperti minyak goreng, margarin, dan mentega putih bertujuan untuk meningkatkan nilai gizi serta dapat meningkatkan kualitas roti tawar bebas gluten yang lebih baik. Konsentrasi yang dipakai dalam penelitian ini yaitu 5%, 10%, dan 15%.

1.2 Rumusan Masalah

Tepung sorgum tidak mengandung gluten, sehingga jika diaplikasikan untuk membuat roti akan berdampak pada tekstur yang tidak empuk. Oleh karena itu, jika tepung sorgum diaplikasikan dalam membuat roti perlu dikombinasikan dengan tepung bebas gluten lainnya seperti tapioka dan maizena karena kadar amilopektinnya lebih tinggi dari amilosa. Ketiga tepung ini masih belum dapat menghasilkan roti dengan kualitas tekstur yang empuk, sehingga perlu ditambahkan bahan lain seperti lemak nabati. Lemak dalam pembuatan roti ini diharapkan dapat berfungsi sebagai bahan pengempukan dan pengembangan roti berbeda-beda tergantung dari sifat kimianya diantaranya adalah ikatan tidak jenuh yang terdapat pada lemak nabati tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada penggunaan lemak nabati yang berbeda derajat kejenuhannya pada pembuatan roti berbahan baku tepung sorgum, maizena, dan tapioka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan konsentrasi lemak yang berbeda dan jenis lemak nabati minyak goreng, margarin, dan mentega putih terhadap kualitas roti yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis mutu fisik roti tawar bebas gluten dengan perbedaan jenis dan konsentrasi lemak nabati berdasarkan parameter warna, tesktur, volume pengembangan, dan porositas roti.
2. Menganalisis mutu hedonik roti tawar bebas gluten dengan perbedaan jenis dan konsentrasi lemak nabati oleh panelis berdasarkan parameter warna, aroma, keseragaman pori, tekstur, rasa, dan keseluruhan.
3. Mengetahui mutu gizi roti tawar bebas gluten yang paling disukai oleh panelis pada penelitian ini berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan kadar karbohidrat.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Menambah varian makanan sehat bagi penderita autis dan *celiac disease* yang dapat dikembangkan oleh industri.
2. Meningkatkan pemanfaatan tepung sorgum.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Faktor Penentu Mutu Roti Tawar

Roti tawar merupakan salah satu jenis olahan makanan yang sebagian besar volumenya tersusun dari gelembung gas. Roti tawar dapat mengembang dikarenakan adanya aktivitas ragi yang membebaskan gas karbondioksida selama proses fermentasi (Sutrisno, 2009). Gas karbondioksida dapat tertahan dalam adonan yang mengandung gluten.

Bahan yang biasanya digunakan dalam pembuatan roti tawar adalah tepung terigu protein tinggi, garam, gula, ragi, telur, dan lemak. Roti tawar mempunyai rasa yang gurih agak asin serta mempunyai bentuk yang khas (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Karakteristik fisik roti tawar memiliki pori yang seragam, kecil, dan rapat; *crumb* pada roti tawar memiliki tekstur yang lembut dan tebal; *crust* memiliki coklat keemasan akibat reaksi *Maillard*; mudah diiris; pengembangan yang optimal; tidak mudah mengalami *staling*; memiliki aroma khas fermentasi (Faridah, 2015). Pada pembuatan roti tawar, proses yang paling penting adalah proses fermentasi. Proses fermentasi bertujuan untuk pematangan adonan dan berperan dalam pembentukan cita rasa pada roti tawar (Sutrisno, 2009). Formula roti juga termasuk salah satu hal yang penting dalam menentukan keseragaman pori. Jika jumlah lemak yang ditambahkan kurang, dapat menyebabkan adonan kurang mengembang (Wulandari dan Lembong, 2016).

Proses pembuatan adonan roti terbagi menjadi tiga metode yaitu *sponge and dough* (pengadukan tidak langsung), *straight dough* (pengadukan langsung), dan *no time dough* (pengadukan cepat) (Sutrisno, 2009). Metode *sponge and dough* terdiri dari dua proses pengadukan yaitu pembuatan *sponge* atau biang yang mencampur sebagian tepung, air, ragi, garam, dan zat emulsi kemudian difermentasi selama 3-6 jam dan pembuatan *dough* yang mencampur bahan lainnya. Kelebihan menggunakan metode ini yaitu mempunyai waktu fermentasi yang baik sehingga dapat menghasilkan roti tawar dengan volume yang lebih besar. Kekurangan dari metode ini yaitu membutuhkan waktu yang lebih lama. Metode

straight dough merupakan pengadukan yang dilakukan dengan cara mencampur seluruh bahan sebelum proses fermentasi. Kelebihan menggunakan metode ini yaitu membutuhkan waktu yang lebih cepat dan peralatan yang digunakan lebih sedikit, sedangkan kekurangan dari metode ini yaitu ketika terjadi kesalahan mencampur adonan, maka tidak dapat diperbaiki. Metode *no time dough* merupakan pengadukan seluruh bahan tanpa proses fermentasi. Kelebihan metode ini yaitu waktu yang lebih cepat, tidak perlu fermentasi, dan tidak memerlukan mixer. Kekurangan dari metode *no time dough* yaitu roti yang dihasilkan tidak memiliki aroma dan membutuhkan bread improver lebih banyak.

Roti tawar mengandung gluten, gluten termasuk dalam golongan sereal yang mengandung protein dan mempunyai sifat lengket (Salsabila, 2019). Menurut Nurdiyahati (2015) gluten memiliki 2 komponen protein yang terdiri dari gliadin dan glutenin. Gliadin dapat memberikan sifat lembut dan elastisitas pada adonan. Proses gluten akan terjadi jika gliadin bereaksi dengan air. Glutenin dapat memberikan kekuatan serta kepadatan pada adonan dan memiliki fungsi menahan gas pada adonan serta berperan dalam pembentukan struktur adonan roti tawar.

Struktur gluten salah satu kunci pembentuk karakter roti karena mampu mengikat air (Faridah, 2015). Gluten juga berperan penting dalam pembuatan adonan karena bersifat kohesif dan viskoelastis yang dapat meregang secara elastis (Koswara, 2009). Pembuatan roti tawar sistem pembentukannya dipengaruhi oleh tiga bahan yang terdiri dari tepung, garam, dan air. Proses elastis tidak akan terjadi pada roti tawar bebas gluten, karena pada roti tawar bebas gluten tidak ada *agent* pembentuk viskoelastisitas adonan. Produk bebas gluten akan cenderung memiliki viskoelastisitas yang lebih rendah dibanding dengan produk roti tawar dengan bahan tepung terigu yang memiliki kandungan gluten tinggi.

Pembuatan roti tawar, karakter adonan yang diinginkan adalah tidak lengket dan mudah disentuh oleh tangan, permukaan adonan yang tidak terlalu kering, dan tidak mudah putus ketika ditarik (Sutriyono, 2017). Karakteristik yang baik pada roti tawar memiliki ukuran pori-pori yang seragam, kecil dan rapat; dinding *crumb* yang lembut dan tebal; *crust* yang terbentuk berwarna coklat keemasan dan tidak terlalu tebal; mudah diiris; volume pengembangan optimal; tidak mudah *stalling*

dan memiliki aroma khas dari gas hasil fermentasi (Faridah, 2015). Berdasarkan Standart Nasional Indonesia (SNI) 01-3840-1995, syarat mutu roti tawar dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Syarat Mutu Roti Tawar

| Kriteria Uji | Satuan | Roti Tawar |
|--------------|--------|------------------------|
| Kenampakan | - | Normal, Tidak Berjamur |
| Bau | - | Normal |
| Rasa | - | Normal |
| Kadar Air | % b/b | Maksimal 40 |
| Kadar Abu | % b/b | Maksimal 1 |
| Kadar NaCl | % b/b | Maksimal 2,5 |
| Serangga | - | Tidak boleh ada |

Sumber:BSN (1995)

2.2 Karakteristik Roti Tawar Bebas Gluten

Roti tawar bebas gluten tidak memiliki struktur gluten yang baik pada roti seperti volume roti, kelembutan roti, dan parameter fisik lainnya (Faridah, 2015). Roti tawar bebas gluten juga memiliki kemampuan menahan gas yang rendah sehingga memiliki tekstur yang keras, pori roti kurang seragam, dan mudah mengalami *stalling* sehingga menghasilkan hasil akhir yang kurang memuaskan (Muthoharoh dan Sutrisno, 2017). Hal tersebut yang menyebabkan roti tawar bebas gluten memiliki karakteristik yang lebih rendah dibandingkan dengan roti tawar yang terbuat dari tepung terigu.

Kandungan gluten yang tidak terdapat pada adonan roti tawar bebas gluten akan mempengaruhi struktur dari roti tawar tersebut. Pembentukan struktur roti tawar bebas gluten akan lebih sulit terbentuk tanpa bantuan dari komponen lain. Kandungan gluten akan mempengaruhi proses menahan air pada adonan roti yang dapat berpengaruh terhadap rasa dan tekstur roti. Kenampakan pori-pori pada roti tawar bebas gluten berbeda dengan pori-pori roti tawar pada umumnya. Roti tawar bebas gluten berbentuk bulatan dan kurang seragam.

2.3 Komponen Penyusun Tepung Komposit

2.3.1 Karakteristik Tepung Sorgum

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) termasuk dalam serealia lokal yang biasanya dapat digunakan untuk substitusi gandum dalam pembuatan roti tawar. Sorgum memiliki kandungan kadar protein yang tinggi dibanding dengan serealia lainnya (Wulandari dkk., 2019). Kandungan protein pada biji sorgum secara keseluruhan mencapai 10,4% (Suarni, 2016). Sorgum mengandung tanin, antosianin, dan serat pangan. Tanin termasuk senyawa golongan polifenol yang memiliki berat molekul cukup tinggi sehingga dapat membentuk kompleks dengan protein dan mempunyai sifat antioksidan. Antosianin memiliki sifat lebih stabil pada pH tinggi dan sebagai sumber antioksidan. Sorgum memiliki kandungan serat yang tinggi meliputi selulosa, hemiselulosa, β -glukan, dan lignin. Hemiselulosa, lignin, dan selulosa pada sorgum termasuk dalam serat pangan tidak larut, sedangkan β -glukan pada sorgum termasuk dalam serat pangan larut (Muchtadi dkk., 2012). Pati pada tepung sorgum yang berasal dari biji sorgum memiliki kandungan amilosa 25,66% dan 15,19% amilopektin yang dapat mempengaruhi sifat elastisitas pada adonan (Istianah dkk., 2018). Komposisi amilosa dan amilopektin tepung sorgum berpengaruh terhadap profil gelatinisasi pati (Budijanto dan Yulianti, 2012). Amilopektin berpengaruh terhadap pengembangan granula pati, sedangkan amilosa dapat menghambat pengembangan granula pati dengan membentuk kompleks bersama lemak yang selanjutnya menghambat kenaikan viskositas.

Tepung sorgum dapat digunakan untuk membuat berbagai macam olahan, seperti *cookies*, mie kering (Anggreini dkk., 2018), dan roti karena memiliki komposisi kimia yang tidak jauh berbeda dari tepung terigu. Namun, tepung sorgum tidak mengandung gluten, sehingga jika diaplikasikan untuk membuat roti akan berdampak pada tekstur roti yang akan dihasilkan seperti volume pengembangan, pori-pori kecil, dan memiliki tekstur yang agak keras. Oleh karena itu, jika tepung sorgum diaplikasikan untuk membuat roti harus dikombinasikan dengan tepung bebas gluten lainnya (Sarofa, 2019).

2.3.2 Karakteristik Maizena

Maizena berperan penting dalam pembuatan roti tawar bebas gluten karena dapat menahan gas pada adonan (Loan dkk., 2018). Pada pembuatan roti, maizena dapat menghasilkan pori-pori *crumb* seragam tetapi sangat kecil karena tidak dapat menahan gas (Kuswardani dkk., 2008). Dalam pembuatan roti tawar bebas gluten, maizena memiliki fungsi untuk menahan gas saat proses fermentasi dan menyerap air.

Kandungan amilosa pada tepung maizena 20 – 25%, sedangkan kandungan amilopektin pada tepung maizena 75 – 80%. Kandungan amilosa dalam tepung mempengaruhi sifat fisik roti bebas gluten. Kandungan amilosa dan amilopektin dapat mempengaruhi pengembangan, porositas, serta tekstur roti. Amilosa yang tinggi memiliki tingkat pengembangan yang lebih rendah dibanding amilosa rendah (Loan dkk., 2018). Amilosa dapat menghasilkan roti tawar bebas gluten lebih padat, sedangkan amilopektin menghasilkan roti tawar bebas gluten yang mengembang. Semakin banyak penggunaan maizena maka semakin rendah daya rehidrasi atau kemampuan dalam menyerap air. Tingginya kadar pati pada tepung maizena akan mengurangi elastisitas pada suatu produk sehingga memberikan hasil yang kokoh dan meningkatkan kekerasan (Asasia dkk., 2018). Selain itu, maizena juga sangat baik untuk produk emulsi dan memberikan produk yang lebih terang (Setyowati, 2002).

2.3.3 Karakteristik Tapioka

Tepung tapioka berasal dari umbi akar ketela yang dibuat menjadi tepung. Biasanya tepung ini digunakan sebagai bahan baku pembuatan makanan, bahan pengental, bahan pengisi, dan bahan perekat (Asmoro, 2019). Tepung tapioka memiliki suhu gelatinisasi lebih rendah dibandingkan dengan pati umbi-umbian lain maupun pati sereal. Menurut Reputra (2009), pati dari akar dan umbi lebih mudah dan cepat mengembang dibandingkan pati sereal karena pati sereal memiliki struktur yang lebih kompak. Suhu gelatinisasi pati singkong berada pada kisaran 52°C-64°C. Pati singkong memiliki daya kembang yang besar (Balagopalan dkk., 1988).

Tapioka mengandung karbohidrat yang lebih sederhana karena mengandung indeks glikemik yang rendah sebesar 28 sehingga mudah dicerna dan diserap oleh tubuh (Rahmah, 2017). Sumber karbohidrat tapioka memiliki peran sebagai pembentuk adonan pada saat pemanggangan. Tapioka juga mengandung 17% amilosa dan 83% amilopektin. Tapioka memiliki kandungan amilopektin yang tinggi sehingga membentuk gel yang lunak dan lembek (Ariswati, 2013). Tapioka bersifat higroskopis yang mudah menyerap air karena memiliki banyak gugus hidroksil. Amilopektin pada tapioka akan mengembang jika dipanaskan dan mengakibatkan partikel pada permukaan produk menjadi lebih rapat, sehingga dapat menghasilkan pori yang seragam. Produk pangan dengan penambahan tapioka yang mengalami pemanggangan, pada saat pendinginan mengalami proses retrogradasi karena molekul amilosa saling berikatan dengan amilopektin sehingga memberikan tekstur yang lebih keras (Hindom, 2016). Pati dari akar dan umbi lebih mudah dan cepat mengembang dibanding dengan pati umbi-umbian lain maupun pati sereal. Pati dari akar dan umbi lebih mudah dan cepat mengembang dibandingkan pati sereal karena pati sereal memiliki struktur yang lebih kompak (Reputra, 2009). Suhu gelatinisasi tapioka berada pada kisaran 52°C-64°C.

2.4 Efek Jenis Lemak Nabati terhadap Kualitas Roti

Lemak yang biasa digunakan dalam pembuatan roti berasal dari lemak nabati. Lemak merupakan salah satu komponen penting dalam pembuatan roti yang berfungsi sebagai bahan pengempuk, membantu pengembangan roti, melumaskan adonan, dan memperpanjang umur simpan (Syarbini, 2014). Lemak dapat mengurangi tegangan permukaan gelembung gas dalam adonan dan berperan serta pada stabilisasinya, sehingga menghasilkan volume yang lebih tinggi, pori-pori roti merata. Gelembung gas yang terbentuk selama pengadukan dapat menyebar lebih mudah selama fermentasi, ketika zat *amphiphilic* terkumpul pada antarmuka. Selain itu, lemak dapat mengganggu protein melalui interaksi hidrofobik atau polar dan akibatnya memicu agregasi atau denaturasi. Jenis lemak yang biasanya digunakan dalam pembuatan roti antara lain mentega (*butter*), mentega putih, dan margarin (Kirtanti, 2019). Jenis lemak nabati yang digunakan dalam penelitian ini yaitu margarin, minyak goreng sawit, dan mentega putih.

Margarin memiliki sistem emulsi air dalam minyak berbentuk padat, semi padat atau cair yang terbuat dari lemak atau minyak nabati dan air dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain serta bahan-bahan tambahan pangan yang diizinkan (BSN, 2014). Margarin mengandung 80% lemak dan maksimal 16% air (Pratiwi dkk., 2019). Komponen yang terkandung dalam margarin adalah lemak nabati, garam, vitamin A, pengawet, pewarna, dan emulsifier untuk menstabilkan emulsi yang terbentuk (Hasenhuetti dan Hartel, 1997). Menurut Boehan dkk., (2012), margarin memiliki kadar asam lemak trans (TFA) lebih tinggi daripada minyak sayur. Asam lemak trans yang tinggi terbentuk seiring dengan adanya proses hidrogenasi pada suhu tinggi (Golomb dkk., 2012). Margarin memiliki titik leleh yang relatif lebih tinggi, yaitu 37°C-42°C. Fungsi margarin dalam pembuatan roti adalah membuat tekstur roti menjadi lebih lembut dan renyah akibat dari kandungan lemak yang terdapat pada margarin yang dapat mencegah terjadinya retrogradasi pati dengan menghambat laju penguapan air dan terlepasnya CO₂ (Yunieta, 2018), selain itu juga memberikan aroma harum sehingga meningkatkan cita rasa (Marom, 2013). Mekanisme pemberian margarin dalam produk roti tergantung pada tiga parameter penting, yaitu rasio fase padat dan cair pada suhu tertentu (Ghotra dkk., 2002), stabilitas oksidatif dari margarin (Ghotra dkk., 2002), dan struktur kristal lipid padat (Bellitz dkk., 2009)

Rasio fase padat dan cair pada suhu tertentu yang menentukan plastisitas pemendekan yang diakibatkan campuran dari TAG yang berbeda, masing-masing memiliki titik lelehnya sendiri yang bergantung pada sifat asam lemak pada tiga posisi. Oleh karena itu, kisaran suhu leleh atau pelunakan ditentukan oleh komposisi campuran. Laju stabilitas oksidatif dipengaruhi oleh komposisi asam lemak dan derajat ketidakjenuhan. Margarin memiliki derajat ketidakjenuhan sebesar 75% sehingga senyawa dengan protein yang terbentuk semakin kompleks yang membuat adonan roti lebih elastis, menurunkan viskositas dan daya rekat adonan, meningkatkan kemampuan menahan gas adonan, memperbaiki struktur remah, dan meningkatkan daya rekat roti (Konova dkk., 2010).

Struktur kristal yang terbentuk pada margarin merupakan kristal bentuk α , kemudian berubah menjadi bentuk kristal β dan terakhir menjadi kristal β' . Kristal

yang diinginkan adalah dalam bentuk β' karena kristalnya lembut dan halus atau kristal yang diinginkan dalam setiap proses produksi margarin. Kristal yang lembut dan halus akan memberikan sensasi rasa enak dan lembut dalam mulut apabila margarin tersebut dimakan langsung, dan apabila margarin tersebut sebagai bahan baku pembuatan roti akan memberikan tekstur yang lembut dan rasa lembut dimulut saat dimakan. Salah satu parameter untuk menghasilkan tekstur margarin yang lembut (*smooth* dan *tough*) adalah dengan melakukan proses pendinginan yang sempurna untuk menghasilkan kristal dalam bentuk β' , karena bentuk kristalnya adalah homogen, ukurannya merata dan kecil sehingga membuat tekstur margarin menjadi lembut.

Minyak goreng sawit merupakan bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida yang berasal dari minyak sawit dengan atau tanpa perubahan kimiawi termasuk hidrogenasi, pendinginan, dan telah melalui proses pemurnian dengan penambahan vitamin A (BSN, 2012). Minyak goreng sawit mengandung 100% minyak dan maksimal 0,30% air, serta mengandung 40% asam oleat, 10% asam linoleat (Purba, 2017). Titik cair minyak goreng berada pada suhu kamar. Minyak goreng memiliki konsistensi yang ringan, sehingga saat diaplikasikan dalam pembuatan roti, roti mempunyai daya kembang yang baik (Pratiwi dkk., 2019). Selain itu, penggunaan minyak goreng dalam pembuatan roti juga berfungsi untuk membantu dalam aerasi, memperbaiki rasa, memperbaiki kualitas penyimpanan, melembutkan tekstur, dan agar tidak kenyal (Faridah dkk., 2008). Minyak goreng sawit memiliki jumlah asam lemak tak jenuh dan asam lemak jenuh yang hampir sama, yaitu mengandung asam palmitat sebesar 42,14%. Struktur polimorf b dari asam palmitat menjadikannya sumber yang sangat baik dalam pencampuran minyak untuk mencapai sifat yang diinginkan (Renzyaeva, 2013). Adanya kandungan asam lemak tak jenuh dan vitamin E membuatnya memiliki stabilitas oksidatif yang sangat baik. Oleh karena itu, ketika minyak goreng sawit digunakan dalam makanan akan menghasilkan daya simpan yang lebih lama dan kurang rentan terhadap ketengikan (Raghavendra dkk., 2022).

Mentega putih adalah lemak padat yang umumnya berwarna putih dan mempunyai titik cair, sifat plastis, dan kestabilan tertentu (Lestari, 2016). Mentega

putih diperoleh dari campuran dua atau lebih lemak, atau dengan cara hidrogenasi. Mentega putih mengandung 100% lemak nabati dengan derajat kejenuhan sebesar 63%. Titik leleh mentega putih lebih rendah dari margrain yaitu 25,25°C-34°C. Mentega putih memiliki fungsi untuk memperbaiki cita rasa, struktur, tekstur, keempukan, dan memperbesar volume roti, dan kue. Mekanisme pada proses pencampuran yang berlangsung antara mentega putih dengan adonan roti yakni kristal lipid pada mentega putih akan menghasilkan air kristal kemudian akan diserap ke permukaan gas. Menariknya, kristal β' menstabilkan banyak gelembung gas yang kecil, sedangkan kristal β menstabilkan lebih sedikit udara dalam bentuk beberapa gelembung besar (Smith dan Johansson, 2004). Hal ini yang menyebabkan roti memiliki tekstur kasar dan sifat baking yang buruk. Pada akhir pencampuran adonan, masing-masing kristal lemak berikatan dengan gas, sehingga TAG secara langsung terkena fase gas. Menurut Brooker (1996) menyatakan bahwa selama pencampuran adonan, lipid polar memediasi kristal lipid yang muncul dari tetesan minyak, sehingga dapat menurunkan tegangan dan membuat adonan lebih elastis. Berdasarkan sifat dan komponen yang terdapat pada jenis-jenis lemak nabati tersebut maka jika jenis lemak dengan derajat kejenuhan berbeda digunakan dalam pembuatan roti akan mempengaruhi karakteristik roti yang dihasilkan.

Penggunaan mentega putih pada roti tawar bebas gluten dengan konsentrasi 7% menghasilkan tekstur roti yang lebih lunak dan pori-pori crumb lebih seragam (Lestari, 2016). Penggunaan mentega putih konsentrasi 9% menyebabkan tekstur roti menjadi agak keras dan pori-pori crumb tidak seragam, sama halnya dengan roti tawar hasil penambahan mentega putih sebanyak 5%. Jika penambahan mentega putih kurang dari 7% maka adonan kurang mengembang, jika berlebih maka adonan juga akan mengalami penurunan pengembangan, sehingga tekstur roti yang dihasilkan menjadi keras.

2.5 Bahan Pembuat Roti Tawar

2.5.1 Ragi

Ragi berasal dari keluarga fungus bersel satu (*sugar fungus*) dari genus *Saccharomyces*, spesies *cereviseae*, dan memiliki ukuran sebesar 6-8 mikron. Ragi

mengonsumsi karbohidrat untuk hidup dan memiliki dua tujuan dalam kehidupannya yang terdiri dari fermentasi dan reproduksi sel-sel yang lebih banyak. Fungsi utama ragi dalam suatu adonan untuk memfermentasi adonan (gula) sehingga menghasilkan gas karbondioksida dan metabolit sekunder seperti etil alkohol, asam laktat, asam asetat, ester, dan aldehid yang dapat menghasilkan produk *bakery* mempunyai volume dan tekstur yang baik (Muthoharoh dan Sutrisno, 2017).

Enzim-enzim dalam ragi memegang peran tidak langsung dalam proses pembentukan rasa roti yang terjadi sebagai hasil reaksi *Maillard* dengan menyediakan bahan-bahan pereaksi sebagai hasil degradasi enzimatis oleh ragi. Oleh karena itu, ragi sebagai sumber utama pembentuk rasa roti. Kondisi optimal pada proses fermentasi pada aw 0.0905, suhu antara 25°C - 30°C, dan pH antara 4.0 – 4.5 (Koswara, 2009).

2.5.2 Garam

Garam disebut juga dengan nama natrium klorida yang terdiri dari 40% natrium (Na) dan 60% klorida (Cl). Garam sebagai bahan utama untuk mengatur rasa, membangkitkan rasa pada bahan-bahan lainnya, membantu membangkitkan harum, serta meningkatkan sifat-sifat roti. Garam juga sebagai bahan pengeras, memperbaiki pori-pori roti dan tekstur akibat kuatnya adonan, serta secara tidak langsung membantu pembentukan warna (Koswara, 2009). Bila adonan tidak menggunakan garam, maka adonan yang dihasilkan agak basah.

Penggunaan garam harus diperhatikan dengan baik, apabila terjadi kesalahan dalam penambahan garam akan berakibat pada proses fermentasi, misalnya kalau ragi dilarutkan dalam air yang telah ditambah garam, maka pertumbuhannya akan terhambat. Hal ini dapat mengakibatkan fermentasi yang lambat dan cita rasa produk yang kurang baik. Pada saat penimbangan bahan, sebaiknya garam dan ragi dipisah karena garam dapat membentuk racun yang bisa membuat mikroba dalam ragi mati (Wahyudi, 2003). Penambahan jumlah garam yang terlalu banyak akan menurunkan kemampuan gluten dalam menahan gas, sebaliknya jika terlalu sedikit garam dapat menyebabkan adonan menjadi hambar dan akan mengurangi volume

adonan karena gluten tidak mempunyai daya renggang yang cukup. Jika tidak ada garam yang ditambahkan ke dalam adonan maka hasilnya kulit akan terlihat sangat pucat dan terjadi pengerutan pada roti serta rasanya tidak akan memuaskan.

2.5.3 Gula

Gula digunakan sebagai bahan pemanis dalam pembuatan roti dan jenis gula yang paling banyak biasanya sukrosa. Sukrosa juga berperan dalam penyempurnaan mutu panggang dan pematangan yang lebih cepat, sehingga air dipertahankan lebih banyak pada roti (Wahyudi, 2003).

Penambahan gula pada adonan sekitar 5 – 20% dari berat tepung. Gula dapat meningkatkan tekanan osmotik dari adonan, sehingga perlu adanya penambahan ragi untuk kecukupan gas yang diproduksi. Pada saat pencampuran, gula harus diaduk sampai rata karena jika tidak diaduk dengan merata dapat menyebabkan bintik-bintik hitam pada kulit roti dan terbentuk kantong udara pada roti (Koswara, 2009).

2.5.4 Susu

Susu sebagai emulsi dari bagian lemak yang sangat kecil dalam larutan protein cair, gula, dan mineral. Dalam pembuatan roti, susu yang digunakan biasanya dalam bentuk bubuk karena mempunyai daya simpan yang lebih panjang. Jenis susu yang banyak digunakan dalam pembuatan roti biasanya susu skim dan susu bubuk. Susu skim mengandung protein yang dapat menahan air, sehingga membuat adonan mengeras dan memperlambat proses fermentasi (Wahyudi, 2003). Fungsi susu dalam pembuatan roti tawar ini salah satunya untuk menghasilkan kulit yang *crispy* serta memberikan aroma yang khas.

2.5.5 Telur

Telur pada produk roti berfungsi memberi rasa gurih, mempengaruhi tekstur, sebagai emulsifier, dan meningkatkan nilai gizi. Adanya penambahan telur ke dalam adonan juga dapat membantu memperlemas jaringan zat gluten karena adanya lesitin yang berperan untuk membuat roti lebih lemas dan empuk (Koswara, 2009). Telur terdiri dari putih telur dan kuning telur. Putih telur mempengaruhi

mutu struktur pada penampakan dan sifat teksturnya. Penggunaan kuning telur yang banyak dapat membuat roti menjadi lembut dan berwarna kuning.

2.5.6 Air

Air menjadi bagian dari ekosistem secara keseluruhan. Zat kimia yang terkandung dalam air merupakan suatu pelarut dan memiliki kemampuan melarutkan zat kimia lainnya seperti garam, gula, beberapa jenis gas, dan banyak macam molekul organik. Air termasuk syarat utama dalam pembuatan adonan karena air bertujuan mengelastiskan adonan dan berperan penting dalam pencampuran (Amjid dkk., 2013).

Air bersenyawa dengan gliadin dan glutenin dalam pembentukan gluten pada adonan. Pada adonan roti tawar bebas gluten air berfungsi sebagai *agent* pelarut dan pencampur bahan lain. Pada pembuatan roti tawar biasanya digunakan air diantara suhu 4°C – 8°C atau bisa juga menggunakan air es. Penggunaan air es bertujuan untuk memperlambat laju fermentasi saat pencampuran (Faridah dkk., 2008). Jumlah air yang ditambahkan harus diperhatikan, karena jika kebanyakan dapat menyebabkan adonan menjadi lengket dan susah ditangani, sebaliknya jika kekurangan air dapat menyebabkan roti menjadi keras (Wahyudi, 2003).

2.5.7 CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*)

Carboxyl Methyl Cellulose (CMC) merupakan eter asam karboksilat turunan selulosa yang berwarna putih, tidak berbau, padat, dan biasanya digunakan sebagai bahan penstabil. CMC merupakan koloid hidrofilik yang efektif untuk mengikat air sehingga memberikan tekstur yang seragam, meningkatkan kekentalan, dan cenderung membatasi pengembangan (Gani, 2019). CMC termasuk jenis hidrokolid yang mampu memperbaiki kualitas roti bebas gluten (Faridah, 2015). Kemampuan untuk menyerap air, CMC mampu membentuk jaringan yang dapat menyatukan komponen adonan roti tawar bebas gluten.

Hidrokolid biasanya terdiri dari gula rantai panjang yang dihubungkan bersama ke dalam struktur yang disebut polisakarida. Kebanyakan hidrokolid berbasis polisakarida tahan terhadap pencernaan dan bertindak seperti serat dalam saluran gastrointestinal kita, tidak seperti pati yang terdiri dari gula glukosa dan

dapat dicerna. Hidrokoloid terdiri dari rantai asam amino dan dapat dicerna seperti halnya agar-agar.

2.6 Proses Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten

2.6.1 Pencampuran

Tahap pencampuran berfungsi untuk mencampur bahan sampai homogen, membentuk dan melunakkan adonan. Proses pencampuran dilakukan dengan mencampurkan semua bahan menjadi satu sampai menghasilkan adonan yang kalis. Lama pengadukan juga mempengaruhi kualitas dari roti, jika adonan mengalami *over* atau *under mixing* maka akan menghasilkan kualitas roti yang kurang sempurna. Mixer yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *stand mixer* merk Miyako Sm 625.

2.6.2 Penggilasan

Tahap penggilasan berfungsi untuk mengeluarkan gas di dalam adonan dan membentuk adonan dengan tebal yang diinginkan. Apabila proses penggilasan terlalu banyak, maka gas yang akan keluar juga terlalu banyak sehingga adonan tidak dapat mengembang secara sempurna. Penggilasan menghasilkan tekstur roti tawar menjadi padat.

2.6.3 Pencetakan

Tahap pencetakan berfungsi untuk memberi bentuk pada adonan. Adonan diletakkan di tengah-tengah cetakan atau *pan* dan lipatan gulungan adonan ditaruh di bawah agar tidak terbuka pada saat dilakukan proses *proofing*.

2.6.4 Proofing

Tahap *proofing* merupakan proses pengembangan adonan hingga mencapai dua kali lipat. Faktor yang mempengaruhi pada tahap *proofing* adalah suhu, waktu, dan kelembapan. Kondisi temperatur yang baik untuk proses *proofing* adalah 35°C dengan kelembapan 85% dalam kurun waktu 60-65 menit (Budilistian, 2015).

2.6.5 Pengovenan

Adonan roti yang telah di *proofing*, dilakukan proses pengovenan dengan suhu 200°C selama 45 menit. Proses pengovenan terjadi pada bagian luar roti, dimana berbagai jenis gula menjadi *caramel* dan memberi warna pada bagian luar roti (Nuraini, 2011).

2.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Roti Tawar

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu akhir dari roti tawar adalah jenis tepung yang digunakan, hidrokoloid, dan konsentrasi ragi.

2.7.1 Jenis Tepung

Jenis tepung yang digunakan dalam pembuatan roti tawar adalah tepung terigu dengan kandungan protein tinggi. Tepung terigu dengan kandungan protein tinggi dapat menghasilkan kualitas roti tawar yang baik, yaitu memiliki daya kembang yang baik, tekstur yang lembut, dan mempunyai pori-pori yang seragam. Faktor yang mempengaruhi tersebut diakibatkan karena tepung terigu mengandung gluten, gluten berfungsi untuk memberikan kekuatan pada adonan untuk menahan gas dari aktivitas ragi serta menjadikan adonan yang elastis. Semakin tinggi kandungan gluten, maka roti yang dihasilkan akan memiliki tekstur yang lembut, dan menghasilkan volume pengembangan yang baik.

2.7.2 Hidrokoloid

Hidrokoloid adalah suatu polimer yang larut dalam air dan mampu membentuk koloid, mampu mengentalkan, dan membentuk gel. Menurut Azizi dan Rao (2004) menyatakan bahwa penambahan hidrokoloid dalam pembuatan roti dapat memperbaiki kualitas roti dengan meningkatkan penyerapan air, volume spesifik roti, dan viskoelastisitas roti.

2.7.3 Ragi

Ragi merupakan mikroorganisme bersel satu (khamir) yang memfermentasi gula dan menghasilkan alkohol. Penambahan ragi pada pembuatan roti tawar berfungsi untuk memperbesar volume roti dan membentuk roti, biasanya bakteri yang digunakan pada ragi adalah *Saccharomyces cerevisiae*.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Oktober 2021 sampai Desember 2021. Tempat pelaksanaan penelitian ini berada di Laboratorium Rekayasa Pengolahan Hasil Pertanian (RPHP), Laboratorium Kewirausahaan Teknologi Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan roti tawar bebas gluten adalah baskom, sendok, piring, gelas ukur, pisau roti, timbangan analitik, *rolling pin*, *dough mixer*, *proofer*, *loaf pan*, loyang, ayakan 80 mesh, dan oven. Sedangkan peralatan yang digunakan untuk pengujian roti tawar bebas gluten adalah *milimeterblok*, penggaris, kertas hvs, *texture analyzer*, piring saji, tabung soxhlet, labu lemak, kertas saring, labu kjeldahl, desikator, dan oven.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan roti tawar bebas gluten adalah tepung sorgum, maizena (Maizenaku), tapioka (Rose Brand), CMC, ragi instan (Saf Instan), gula (Bola), susu bubuk full cream (Dancow), margarin (Blue Band), mentega putih (Filma), minyak goreng (Tropical), garam (Kapal), telur, dan air mineral (Vit) yang didapatkan dari Toko HMS Jember. Bahan kimia yang digunakan dalam pengujian yaitu aquadest, petroleum benzene, selenium, HCl 0,01 N, H₂SO₄ 95%, H₃BO₃ 4%, NaOH 30%, dan indikator fenolftalein (PP).

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor yang pertama adalah jenis lemak nabati yang disimbolkan dengan huruf L (minyak goreng, margarin, dan mentega putih) dan

faktor kedua adalah konsentrasi minyak yang disimbolkan dengan huruf K (5%, 10%, dan 15%) terhadap total berat adonan. Adonan roti yang digunakan merupakan campuran tepung komposit yang terdiri dari tepung sorgum, maizena, dan tapioka. Percobaan dilakukan menggunakan dua kontrol yaitu kontrol positif dan kontrol negatif. Kontrol positif merupakan adonan roti menggunakan 100% tepung terigu dan tanpa penambahan lemak nabati, sedangkan kontrol negatif menggunakan campuran dari tepung komposit yaitu tepung sorgum, maizena, dan tapioka, serta tanpa penambahan lemak nabati. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Rancangan perlakuan sampel antara konsentrasi dan jenis lemak nabati dapat dilihat pada tabel 3.1.

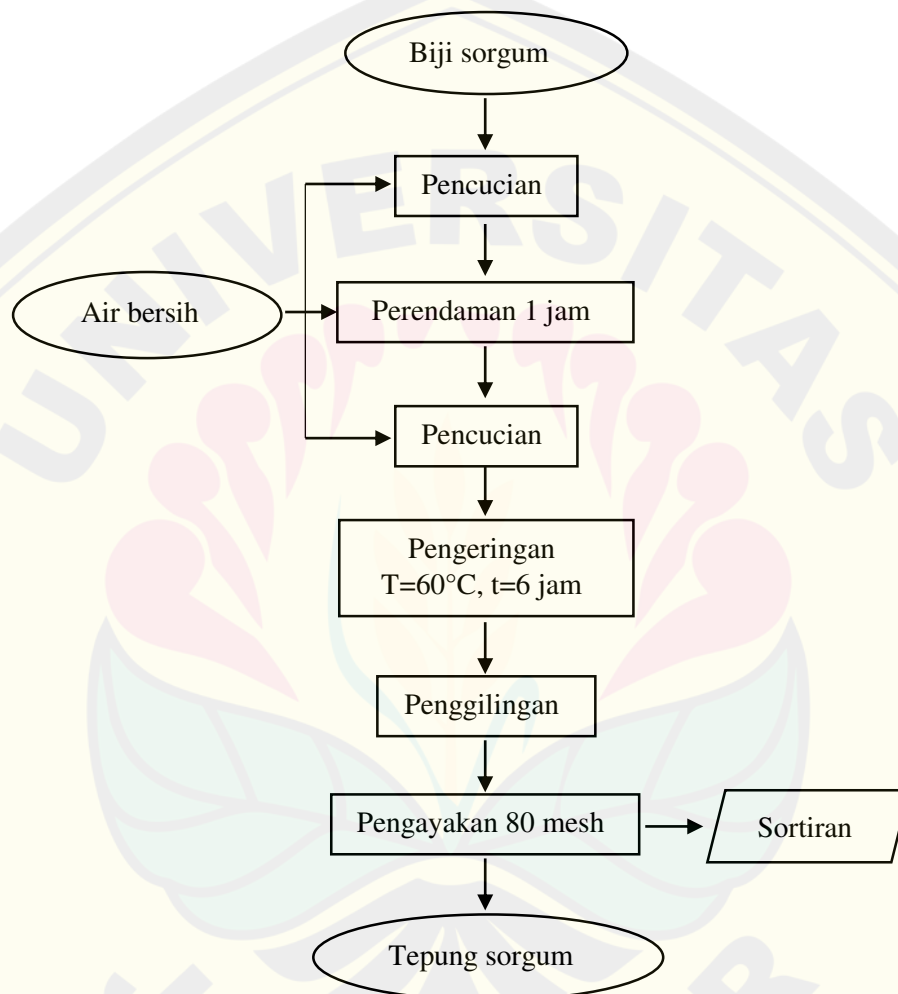
Tabel 3. 1 Rancangan Percobaan Roti Tawar Bebas Gluten

| Bahan | Perlakuan (gr) | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Kontrol | Kontrol | L1K1 | L1K2 | L1K3 | L2K1 | L2K2 | L2K3 | L3K1 | L3K2 | L3K3 |
| | + | - | | | | | | | | | |
| Tepung terigu | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tepung sorgum | 0 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Tepung tapioka | 0 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Tepung maizena | 0 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Air | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| CMC | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Ragi instan | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Susu bubuk | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Garam | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Margarin | 0 | 0 | 25 | 50 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Minyak goreng | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 50 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| Mentega putih | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 50 | 75 |
| Gula | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Telur | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |

3.3.2 Pembuatan Tepung Sorgum

Proses pembuatan tepung sorgum berdasarkan penelitian Kurniadi dkk., (2013) yang telah dimodifikasi. Pembuatan tepung sorgum terdiri dari beberapa tahapan. Pembuatan tepung sorgum diawali dengan preparasi biji sorgum. Hal pertama yang dilakukan untuk membuat pati sorgum yaitu preparasi biji sorgum. Biji sorgum didapatkan dari Rumah Sorgum Indonesia di Lamongan. Biji sorgum diterima dalam keadaan sudah disosoh. Biji sorgum dilakukan pencucian hingga bersih dengan air mengalir untuk membersihkan sisa kotoran. Proses selanjutnya

perendaman menggunakan air bersih selama 1 jam. Setelah itu, biji sorgum dilakukan pencucian kembali menggunakan air mengalir. Sorgum ditiriskan dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 6 jam. Setelah biji sorgum sudah kering, biji sorgum dilakukan penggilingan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh untuk mendapatkan tepung yang halus. Adapun proses pembuatan tepung sorgum dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Sorgum

3.3.3 Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten

Roti tawar bebas gluten dibuat berdasarkan penelitian Pusuma dkk., (2018) yang telah dimodifikasi. Proses pembuatan roti tawar bebas gluten diawali dengan menimbang bahan sesuai dengan perlakuan. Proses kedua yaitu mencampur bahan-

bahan kering seperti tepung sorgum, maizena, tapioka, susu bubuk, CMC, ragi instan, telur, gula, dan air sedikit demi sedikit sekitar 10 menit dengan kecepatan 1.

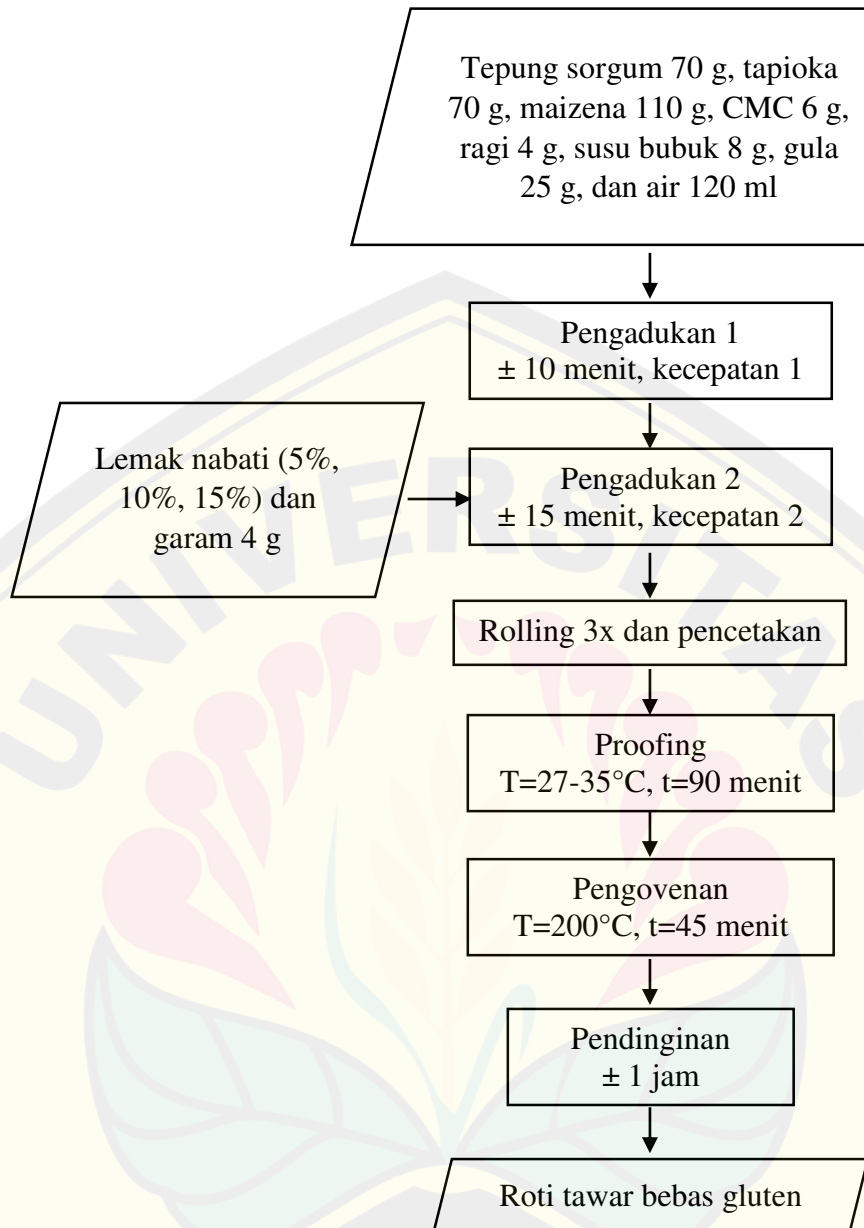
Proses ketiga yaitu pengadukan kedua dengan menambahkan garam dan jenis lemak nabati (minyak goreng, margarin, dan mentega putih) sebanyak 5%, 10%, dan 15%. Pengadukan kedua dilakukan dengan kecepatan di nomor 2 selama 15 menit hingga adonan kalis. Garam dan lemak dimasukkan pada pengadukan ketiga agar tidak menghambat aktivitas ragi.

Proses keempat yaitu *rolling* dan pencetakan adonan. Proses *rolling* bertujuan untuk mengeluarkan gelembung gas akibat proses pengadukan. *Rolling* dilakukan dengan cara menggilas adonan hingga pipih sebanyak 3 kali pelipatan dan 3 kali penggilasan menggunakan *rolling pin*. Pada penggilasan terakhir, adonan yang sudah pipih dilakukan penggulungan hingga adonan berbentuk lonjong. Adonan yang berbentuk lonjong dimasukkan dalam *loaf pan* yang telah diolesi margarin.

Proses kelima yaitu proses fermentasi (*proofing*) yang bertujuan untuk mengembangkan adonan hingga dua kali lipat dari adonan semula. *Proofing* dilakukan menggunakan proofer selama 1 jam 30 menit dengan kelembaban 80% dan suhu 27-35°C.

Proses keenam yaitu proses pengovenan yang dilakukan selama 45 menit dengan suhu 200 °C. Proses pengovenan dihentikan jika sudah terbentuk warna kecoklatan pada bagian luar roti tawar tersebut.

Proses terakhir yaitu proses pendinginan. Pendinginan dilakukan pada suhu ruang selama 1 jam. Setelah dingin dilakukan pemotongan roti menggunakan pisau roti untuk dilakukan pengujian. Adapun proses pembuatan roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan penelitian meliputi pengukuran mutu fisik, mutu gizi, dan organoleptik:

1. Mutu Fisik
 - a. Warna menggunakan Color Reader (Hutchings, 1999)
 - b. Tekstur menggunakan Texture Analyzer (Estiningtyas dan Rustanti, 2014)
 - c. Volume Pengembangan (Surono, 2017)

- d. Porositas Roti (Surono, 2017)
- 2. Mutu Gizi
 - a. Kadar Air (BSN, 2011)
 - b. Kadar Abu (AOAC, 2005)
 - c. Kadar Lemak (AOAC, 2005)
 - d. Kadar Protein (AOAC, 2005)
 - e. Kadar Karbohidrat (AOAC, 2005)
- 3. Uji Hedonik (Lamusu, 2018)
 - a. Warna
 - b. Aroma
 - c. Keseragaman pori
 - d. Tekstur
 - e. Rasa
 - f. Keseluruhan

3.5 Prosedur Analisa

3.5.1 Mutu Fisik Roti

Pengujian mutu fisik roti bertujuan untuk mengukur kenampakan dari produk roti. Pengujian mutu fisik meliputi warna, tekstur, volume pengembangan, dan porositas roti. Pengujian warna menggunakan alat *Color Reader*, tesktur menggunakan alat *Texture Analyzer*, volume pengembangan roti menggunakan rumus perhitungan, dan porositas roti diukur menggunakan *milimeter blok*.

Pengukuran warna roti tawar bebas gluten menggunakan alat *Color Reader*. Prinsip pengujian warna menggunakan *Colour Reader* yaitu mengukur perbedaan warna berdasarkan pantulan cahaya oleh permukaan sampel dengan pembacaan yang dilakukan pada 3 titik sampel dan dihasilkan warna L^* , a^* , dan b^* . Nilai L^* menunjukkan perubahan kecerahan atau *lightness*, nilai a^* menunjukkan warna kromatik campuran merah hingga hijau, dan nilai b^* menunjukkan warna kromatik campuran biru hingga kuning. Pertama dilakukan standarisasi alat dengan menggunakan kertas putih atau keramik hingga didapatkan standar warna L^* , a^* , b^* . Setelah itu dilakukan pengukuran dengan mendekatkan lensa pada sampel di 3 titik yang berbeda dan dilakukan pencatatan nilai dL , d_a , dan d_b dilanjutkan dengan

perhitungan rata-rata dari hasil yang diperoleh. Perhitungan dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L = L \text{ standart} + dL$$

$$a^* = a \text{ standart} + da$$

$$b^* = b \text{ standart} + db$$

Keterangan:

L = *lightness*/kecerahan, nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih)

a = warna kromatik, nilai -80 (hijau) sampai +100 (merah)

b = warna kromatik, nilai -50 (biru) sampai +70 (kuning)

Tekstur berkaitan dengan kekerasan, kelunakan, dan kerenyahan suatu produk. Pengukuran tekstur roti tawar bebas gluten dilakukan dengan alat *Texture Analyzer*. Prinsip kerja *Texture Analyzer* adalah daya tahan produk oleh adanya gaya tekan dari alat atau kemampuan kembalinya bahan pangan yang ditekan ke kondisi awal setelah beban tekanan dihilangkan (Estiningtyas dan Rustanti, 2014). Prosedur pengujian roti tawar bebas gluten adalah sampel dipotong dengan ketebalan 1 cm. Jarum penusuk sampel (*probe*) dipasang dan diatur posisinya kemudian alat dinyalakan dan dipastikan bahwa nilai yang ada pada monitor nol. Pilih menu start test sehingga *probe* bergerak menusuk sampel, pengujian selesai apabila *probe* kembali ke posisi semula.

Pengukuran volume pengembangan dilakukan dengan cara mengukur tinggi adonan sebelum *proofing* dan setelah dipanggang menjadi roti. Selanjutnya perbedaan tinggi roti dan adonan dihitung. Berikut rumus perhitungan volume pengembangan:

$$\text{Volume pengembangan roti} = \frac{\text{tinggi roti} - \text{tinggi adonan}}{\text{tinggi roti}} \times 100\%$$

Nilai porositas roti diperoleh berdasarkan jumlah pori-pori dalam setiap luasan 1 cm². Roti dibagi menjadi tiga bagian (atas, bawah, dan tengah). Masing-masing bagian roti dipotong sebesar 4x4 cm dan diletakkan pada *milimeterblok*. Setiap kotak pada *milimeterblok* diukur jumlah pori kemudian dirata-rata. Ulangi untuk tiap bagian roti, kemudian dirata-rata semua bagian untuk menentukan porositas roti.

3.5.2 Mutu Gizi Roti

Pengujian mutu gizi bertujuan untuk mengetahui kualitas gizi yang terkandung di dalamnya. Pengujian mutu gizi meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan kadar karbohidrat. Pengujian kadar air menggunakan metode oven, kadar abu menggunakan tanur, kadar lemak menggunakan soxhlet, kadar protein menggunakan metode kjeldahl, dan kadar karbohidrat menggunakan metode *by difference*.

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven. Prinsipnya adalah menguapkan molekul air (H₂O) bebas yang ada dalam sampel. Sampel ditimbang sampai didapat bobot konstan yang diasumsikan semua air yang terkandung dalam sampel sudah diuapkan. Selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan merupakan banyaknya air yang diuapkan. Prosedur analisis kadar air sebagai berikut, botol timbang bersih dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam pada suhu 60°C untuk menguapkan kemungkinan air yang menempel pada dinding botol timbang sehingga meminimalisir kesalahan data. Setelah didinginkan di desikator selama 15 menit untuk menurunkan suhu botol timbang dan mengatur kelembaban botol timbang. Selanjutnya ditimbang untuk mengetahui berat botol timbang (W₀). Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dalam cawan, tutup, dan ditimbang (W₁) kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C-105°C selama 24 jam. Setelah 24 jam, sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit untuk menurunkan suhu botol timbang dan sampel. Sampel dalam botol timbang ditimbang (W₂). Tahap ini diulangi hingga bobot yang konstan. Kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W₀ = Berat botol timbang kosong (g)

W₁ = Berat botol timbang + sampel (g)

W₂ = Berat botol timbang + sampel kering (g)

Analisis kadar abu dilakukan dengan mengacu pada AOAC (2005). Pengujian analisis kadar abu dilakukan pengeringan cawan abu porselin dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit. Cawan tersebut dimasukkan dalam desikator sekitar 15

menit hingga dingin. Sampel seberat 2 gram ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya. Proses selanjutnya cawan porselen yang berisi sampel dimasukkan ke dalam desikator selama kurang lebih 15 menit hingga sampel dingin. Tahapan terakhir yaitu dilakukan penimbangan. Pada analisa kadar abu memiliki perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat cawan abu porselin kosong (g)

B = Berat cawan abu porselin + sampel (g)

C = Berat cawan abu porselin + sampel kering (g)

Pada pengujian kadar lemak roti tawar, hal yang harus dilakukan pertama kali ialah menghaluskan sampel uji dan mempersiapkan peralatan yang akan digunakan. Sampel yang telah dihaluskan dan ditimbang sebanyak 2 gram, kemudian dimasukkan ke dalam kertas saring, diikat, dan dimasukkan dalam selongsong lemak, setelah itu dimasukkan dalam soxhlet. Labu lemak yang telah di oven dan ditimbang, dihubungkan dengan soxhlet kemudian sampel diletakkan dalam tabung soxhlet dan pemasangan alat kondensor di atasnya labu lemak dibawahnya. Penuangan pelarut heksan dalam labu lemak disesuaikan dengan ukuran soxhlet. Labu lemak dipanaskan pada suhu 80°C dan dilakukan proses ekstraksi selama 5-6 jam. Pelarut yang terdapat dalam tabung lemak didestilasi hingga semua pelarut menguap. Saat proses destilasi, pelarut akan tertampung di dalam soxhlet dan dikeluarkan sehingga tidak akan kembali ke dalam labu lemak, setelah itu dilakukan proses pendinginan, dan sampel diambil untuk dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C dalam kurun waktu 15 menit. Setelah proses pengovenan, sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan dilakukan penimbangan dengan melakukan penimbangan berulang sampai mencapai berat konstan. Adapun perhitungan kadar lemak pada sampel adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{c - a}{b} \times 100\%$$

Keterangan: a = berat labu lemak (gram)
 b = berat sampel (gram)
 c = berat ekstrak lemak (gram)

Analisis kadar protein pada roti tawar menggunakan metode kjeldahl yang mengacu pada pengujian AOAC (2005). Adapun langkah pengujian protein diawali dengan pengecilan ukuran roti dengan cara dipotong, kemudian dilakukan penimbangan sampel sebanyak 0,5 g dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 50ml. Dilakukan penambahan 5 ml H₂SO₄ dan 0,9 g selenium ke dalam labu. Semua bahan dalam labu kjeldahl dilakukan proses dekstruksi pada selama 45 menit. Setelah itu dilakukan pendinginan selama 10-20 menit. Setelah dingin, ditambahkan aquadest 40 ml. Larutan kemudian didestilasi dan destilat ditampung dalam penampung erlenmeyer yang berisi 15 ml larutan asam borat 4% dan 2 tetes indikator metil blue (IMB). Larutan kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,01 N hingga terjadi perubahan warna menjadi biru. Dibuat juga larutan blanko dengan sampel aquadest, dilakukan proses dekstruksi, distilasi, dan titrasi seperti pada sampel. Pada analisa kadar protein memiliki perhitungan yaitu:

$$\% N = \frac{(\text{mL HCl blanko} - \text{mL HCl sampel})}{\text{Berat sampel (g)} \times 1000} \times \text{M HCl} \times 14,008 \times 100\%$$

$$\% \text{ Protein} = \% N \times \text{Faktor Koreksi (6,25)}$$

Analisis kadar karbohidrat dilakukan dengan mengacu pada AOAC (2005). Pengujian kadar karbohidrat dilakukan dengan metode *by difference*. Prinsip pada metode ini yaitu selisih dari persentase kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein. Perhitungan kadar karbohidrat menggunakan rumus, yaitu:

$$\text{Kadar Karbohidrat (\%)} = 100\% - \% (\text{kadar air} + \text{kadar abu} + \text{kadar lemak} + \text{kadar protein})$$

3.5.3 Uji Organoleptik (Lamusu, 2018)

Metode yang digunakan dalam pengujian organoleptik adalah uji hedonik. Pengujian hedonik dilakukan terhadap warna, aroma, keseragaman pori, tekstur, rasa, dan keseluruhan. Uji ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan dan daya terima panelis terhadap suatu produk. Sampel ditaruh dalam wadah yang

seragam dan diberi kode, kemudian disajikan kepada panelis. Panelis diminta memberikan penilaian terhadap masing-masing parameter pada sampel yang disajikan sesuai dengan nilai yang telah ditentukan. Jumlah panelis pada uji organoleptik ini adalah 25 orang. Skala penilaian yang digunakan dalam uji organoleptik yaitu 1 (sangat tidak suka), 2 (kurang suka), 3 (agak suka), 4 (suka), dan 5 (sangat suka).

3.6 Analisis Data

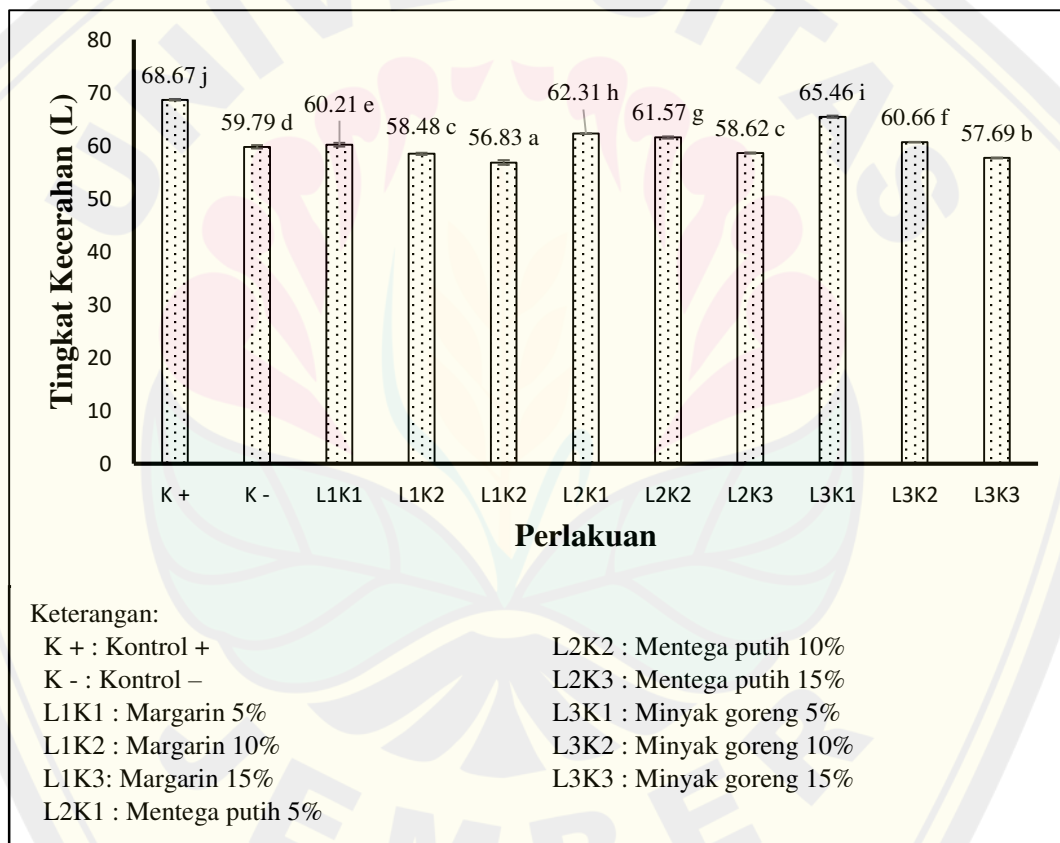
Data selain parameter organoleptik yang diperoleh sebelum dianalisis keragamannya, dilakukan uji kenormalan menggunakan program SPSS 16. Apabila uji kenormalan tidak memenuhi syarat maka data perlu ditransformasi. Setelah itu diuji keragamannya dengan bantuan program Microsoft excel 2013. Jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji DNMRT (*Duncan's New Multiple Range Test*) pada taraf uji α (0,05).

Data organoleptik dianalisis menggunakan *Chi-square* pada taraf uji α (0,05) dan diolah menggunakan program SPSS 16 (*Statistical Product and Service Solut*). Hasil yang didapatkan kemudian disajikan dalam bentuk grafik. Perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan uji organoleptik (warna, rasa, tekstur, keseragaman pori, aroma, dan keseluruhan).

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Efek Jenis dan Konsentrasi Lemak Nabati terhadap Warna L* (*Lightness*) dari Roti Tawar Bebas Gluten

Pengujian warna dilakukan untuk mengetahui warna produk roti tawar bebas gluten secara objektif. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan gelap sampai terang dengan kisaran 0 – 100 (Saputri, 2014). Semakin tinggi nilai L menandakan tingkat kecerahan roti tawar bebas gluten semakin tinggi. Nilai L roti tawar bebas gluten berkisar antara 56,83 sampai 68,67. Rerata nilai L roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Lightness* (L*) Roti Tawar Bebas Gluten

Berdasarkan hasil uji ANOVA, perlakuan jenis dan konsentrasi lemak nabati berbeda nyata (F hitung $597,089 > F$ tabel $2,07$) terhadap tingkat kecerahan (L) roti tawar bebas gluten. Roti tawar kontrol positif (berbahan dasar tepung terigu dan tanpa penambahan lemak nabati) menghasilkan warna lebih terang dibandingkan

kontrol negatif (berbahan dasar tepung sorgum, maizena, dan tapioka serta tanpa penambahan lemak nabati). Roti tawar bebas gluten dengan penambahan minyak goreng 5% menghasilkan tingkat kecerahan sebesar 65,46, angka ini yang mendekati dengan kontrol positif yaitu sebesar 68,67. Roti tawar bebas gluten dengan penambahan margarin 15% menghasilkan tingkat kecerahan sebesar 56,83, angka ini yang mendekati dengan kontrol negatif yaitu sebesar 59,79.

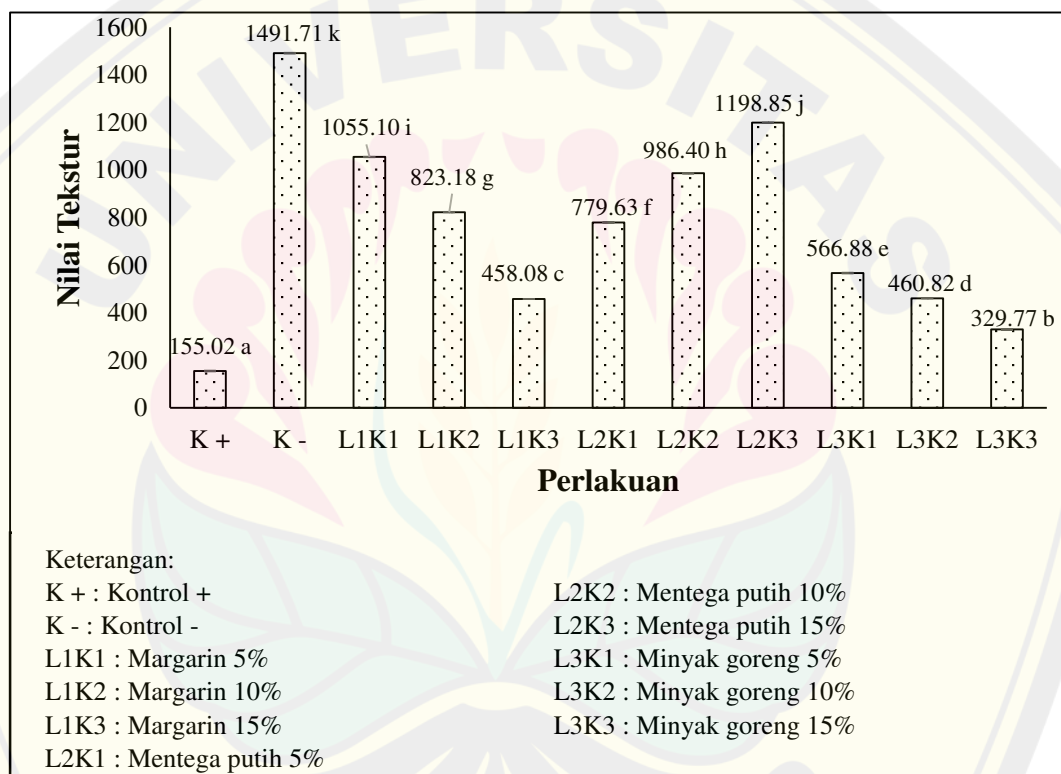
Berdasarkan Gambar 4.1 menunjukkan adanya perbedaan nyata pada kecerahan dari penambahan berbagai jenis lemak nabati. Roti tawar bebas gluten dengan tingkat kecerahan roti tertinggi dihasilkan dari roti berbahan dasar minyak goreng. Hal tersebut dikarenakan minyak goreng memiliki kandungan asam lemak jenuh lebih rendah dibandingkan mentega putih dan margarin. Bellitz dkk., (2009) menyatakan bahwa laju oksidasi lebih lambat ketika terdapat ikatan jenuh dalam satu asam lemak.

Roti tawar bebas gluten dengan perlakuan penambahan margarin 15% memiliki tingkat kecerahan yang lebih rendah. Hal tersebut disebabkan oleh semakin tingginya lemak yang ditambahkan pada produk, maka semakin banyak kandungan vitamin A atau karoten pada produk yang dihasilkan (Purwanti, 2014). Roti tawar bebas gluten dengan perlakuan penambahan minyak goreng 5% memiliki tingkat kecerahan lebih tinggi. Hal ini dikarenakan adonan pada roti tawar tersebut terdehidrasi dan interaksi antar komponen menjadi terhambat sehingga laju fermentasi dan proses gelatinisasi menjadi lambat (Rauf dan Sabrina, 2015).

Roti tawar tepung terigu memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan dengan roti tawar bebas gluten, karena pada roti tawar bebas gluten berasal dari tepung campuran yang berupa tepung sorgum, tapioka, dan maizena. Tepung sorgum sendiri memiliki kandungan senyawa polifenol yaitu tanin. Kandungan tanin pada biji sorgum cukup tinggi yang berkisar antara 3,67%-10,66% (Setiarto dan Widhyastuti, 2016). Senyawa tersebut menimbulkan warna kecoklatan atau warna yang lebih gelap pada roti tawar (Surono, 2017).

4.2 Efek Jenis dan Konsentrasi Lemak Nabati terhadap Tekstur dari Roti Tawar Bebas Gluten

Kekerasan merupakan jumlah gaya yang dibutuhkan untuk menekan roti mencapai 50% dari tinggi semula (Haliza dkk., 2012). Semakin rendah nilai uji kekerasan menunjukkan bahwa tekstur roti tawar semakin empuk, sebaliknya apabila nilai uji kekerasan tinggi maka menunjukkan bahwa tekstur roti tawar semakin keras. Nilai tekstur roti tawar bebas gluten berkisar antara 155,02 sampai dengan 1491,71. Rata-rata nilai tekstur roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Nilai Tekstur Roti Tawar Bebas Gluten

Berdasarkan hasil uji ANOVA, perlakuan jenis dan konsentrasi lemak nabati berbeda nyata (F hitung 7,729 > F tabel 2,07) terhadap tekstur roti tawar bebas gluten. Roti tawar kontrol positif menghasilkan tekstur lebih empuk dibandingkan kontrol negatif. Kontrol positif berbahan dasar tepung terigu mengandung gluten yang berperan penting dalam pembuatan adonan karena bersifat kohesif dan viskoelastis yang dapat meregang secara elastis (Koswara, 2009). Roti tawar bebas gluten dengan penambahan minyak goreng 15% memiliki nilai tekstur sebesar

329,77 N, angka ini yang mendekati dengan kontrol positif yaitu sebesar 155,02 N. Roti tawar bebas gluten dengan penambahan mentega putih 15% memiliki nilai tekstur sebesar 1198,85 N, angka ini yang mendekati dengan kontrol negatif yaitu sebesar 1491,71 N.

Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan adanya perbedaan nyata pada tekstur dari penambahan beberapa jenis lemak nabati. Roti tawar bebas gluten dengan tingkat tekstur roti terendah (lebih empuk) dihasilkan dari roti berbahan dasar minyak goreng. Hal tersebut dipengaruhi oleh indeks lemak padat (Pareyt, 2011). Lemak dalam keadaan cair lebih mudah didistribusikan di atas volume adonan. Interaksi lemak dengan komponen adonan dapat mengubah struktur partikel protein melalui adsorpsi pada permukaan molekul protein. Pada adonan, lemak mengubah sifat pati sebagai akibat dari pembentukan kompleks dengan fraksi amilase. Komposisi lemak terdiri atas asam lemak jenuh dan tak jenuh yang berperan penting dalam pembentukan tekstur. Semakin banyak asam lemak tak jenuh dalam lemak, semakin kompleks senyawa dengan protein yang terbentuk, sehingga dapat meningkatkan kemampuan menahan gas adonan dan memperbaiki struktur remah (Renzyaeva, 2013).

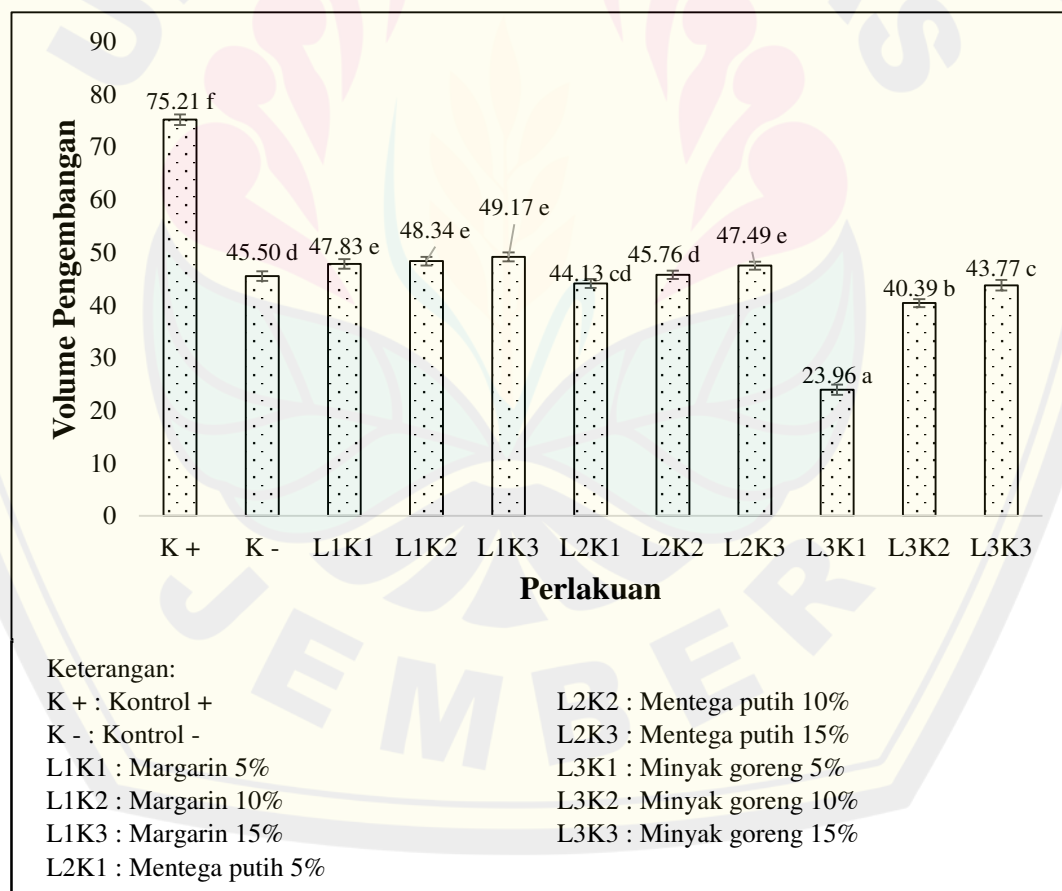
Roti tawar bebas gluten dengan perlakuan penambahan mentega putih 15% memiliki nilai tekstur yang lebih tinggi. Menurut Koswara (2009) pada beberapa kasus penambahan lemak dengan jumlah yang terlalu banyak dapat meningkatkan fase cairan pada adonan sehingga pengembangan adonan tertahan dan menyebabkan tekstur yang keras. Roti tawar bebas gluten dengan perlakuan penambahan minyak goreng 15% memiliki nilai tekstur yang lebih rendah. Hal tersebut dikarenakan minyak goreng yang berbentuk cair akan lebih mudah terdistribusi pada keseluruhan adonan pada saat pencampuran adonan (Renzyaeva, 2013).

Roti tawar bebas gluten memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan roti tawar tepung terigu. Roti tawar bebas gluten menunjukkan pola kecenderungan untuk mengalami retrogradasi sehingga roti tawar bebas gluten akan mengeras setelah proses pemasakan dan selama masa penyimpanan, karena disebabkan tingginya kandungan amilosa pada tepung

campuran sehingga membuat tekstur roti menjadi lebih padat (Farida, 2015). Hal tersebut sebanding dengan pernyataan Sari (2011) yang menyatakan bahwa kandungan amilosa mampu membuat produk menjadi lebih padat, sedangkan kandungan amilopektin menyebabkan roti lebih mengembang.

4.3 Efek Jenis dan Konsentrasi Lemak Nabati terhadap Volume Pengembangan dari Roti Tawar Bebas Gluten

Volume pengembangan roti termasuk salah satu parameter yang menentukan mutu roti. Semakin besar nilai volume pengembangan menunjukkan bahwa pengembangan roti tawar semakin tinggi, sebaliknya apabila nilai volume pengembangan rendah menunjukkan bahwa pengembangan roti tawar kecil. Nilai volume pengembangan roti tawar bebas gluten berkisar antara 23,96% sampai dengan 75,21%. Rata-rata nilai volume pengembangan roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Volume Pengembangan Roti Tawar Bebas Gluten

Berdasarkan hasil uji ANOVA, perlakuan jenis dan konsentrasi lemak nabati berbeda nyata (F hitung 419,315 > F tabel 2,07) terhadap volume pengembangan roti tawar bebas gluten. Roti tawar kontrol positif memiliki volume pengembangan lebih tinggi dibandingkan kontrol negatif. Seluruh sampel roti tawar bebas gluten menghasilkan volume pengembangan lebih rendah dibandingkan kontrol positif. Hal ini disebabkan tidak adanya kandungan gluten pada sampel yang berbahan dasar tepung campuran. Volume pengembangan tertinggi dihasilkan dari sampel dengan penambahan margarin 15% sebesar 49,17 %, sedangkan volume pengembangan terendah dihasilkan dari sampel dengan penambahan minyak goreng 5% sebesar 23,96%.

Berdasarkan diagram di atas menunjukkan adanya perbedaan nyata pada volume pengembangan dari penambahan beberapa jenis lemak nabati. Roti tawar bebas gluten dengan tingkat volume pengembangan tertinggi dihasilkan dari roti berbahan dasar margarin. Hal tersebut dikarenakan lemak yang mengandung kristal kecil (β') lebih efektif dalam menghasilkan roti berkualitas tinggi daripada yang mengandung kristal besar (β) (Smith dan Johansson, 2004). Selain bentuk kristal, volume pengembangan juga dipengaruhi oleh titik lelehnya. Lemak dengan titik leleh yang lebih tinggi akan tetap padat pada akhir proofing, sehingga akan lebih efektif pada saat proses pemanggangan (Pareyt, 2011).

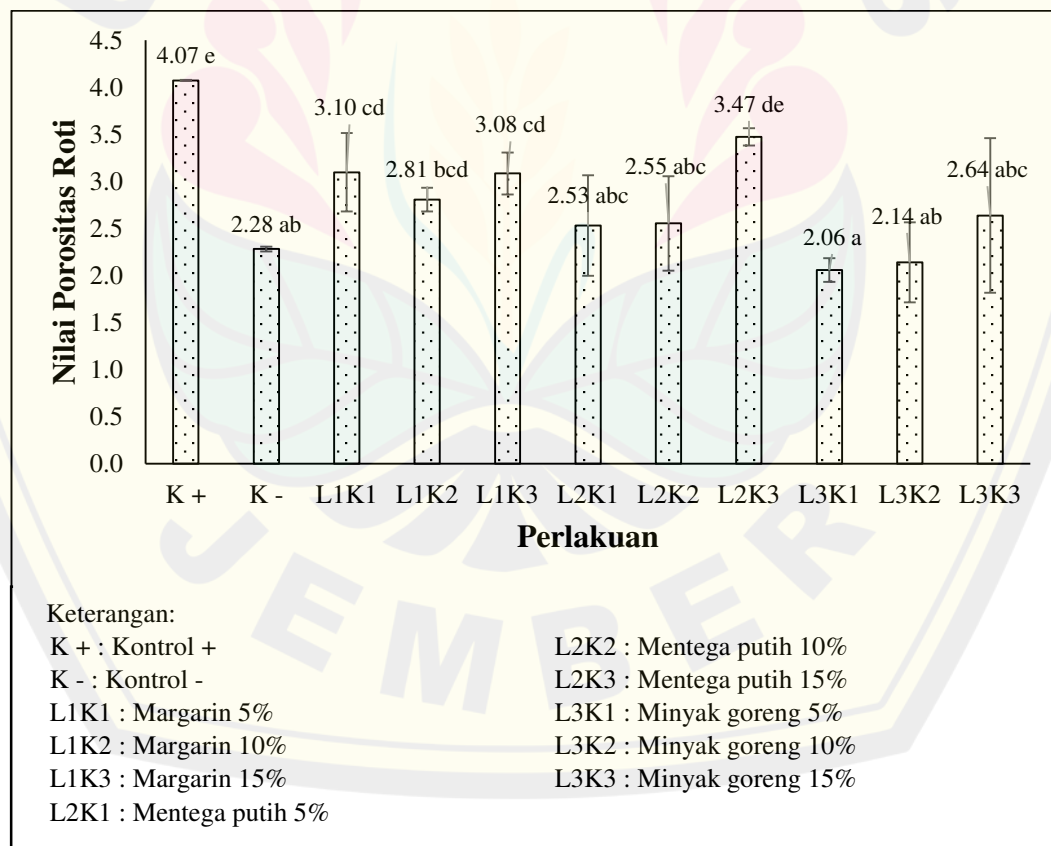
Berdasarkan Gambar 4.3 semakin banyak lemak yang ditambahkan maka volume pengembangan yang dihasilkan lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan lemak dapat melapisi permukaan luar adonan, sehingga adonan tidak berinteraksi lebih banyak dengan air. Karena hal tersebut, lemak dapat membantu adonan dalam memerangkap gas (Pareyt, 2011). Saat suhu adonan dalam oven meningkat, lemak padat menjadi cair dan gelembung udara cenderung muncul dari adonan dan naik. Semakin lama gelembung dipertahankan dalam adonan, semakin besar volume produk (Renzyaeva, 2013).

Roti tawar tepung terigu memiliki volume pengembangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan roti tawar bebas gluten. Hal tersebut dikarenakan tepung terigu akan membentuk gluten ketika berinteraksi dengan air. Gluten bertanggung jawab menahan gas karbondioksida selama proses proofing. Pada saat proses

proofing, enzim pada ragi akan bereaksi dengan pati dan gula menghasilkan gas karbondioksida. Gas yang tertahan akan menyebabkan roti menjadi mengembang, sedangkan roti tawar bebas gluten mengandung pati yang memiliki sifat higroskopis atau mudah menyerap air. Proses gelatinisasi, pati dengan kandungan amilosa lebih tinggi sehingga berpengaruh pada daya kembang pati (Winsulangi, 2019).

4.4 Efek Jenis dan Konsentrasi Lemak Nabati terhadap Porositas Roti dari Roti Tawar Bebas Gluten

Pengujian porositas roti bertujuan untuk menunjukkan bahwa porositas yang seragam dikarenakan proses fermentasi berjalan dengan baik dan proses pengadukan yang dilakukan sudah merata, sehingga udara yang masuk saat pengadukan tertangkap dengan baik (Surono dkk., 2017). Nilai porositas roti tawar bebas gluten berkisar antara 2,06 pori/cm² sampai dengan 4,07 pori/cm². Rata-rata nilai porositas roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Porositas Roti Tawar Bebas Gluten

Berdasarkan hasil uji ANOVA, perlakuan jenis dan konsentrasi lemak nabati berbeda nyata (F hitung $6,903 > F$ tabel $2,07$) terhadap porositas roti tawar bebas gluten. Roti tawar kontrol positif menghasilkan porositas roti lebih seragam dibandingkan kontrol negatif. Roti tawar bebas gluten dengan penambahan mentega putih 15% memiliki porositas sebesar $3,47 \text{ pori/cm}^2$, angka ini hampir mendekati dengan kontrol positif yaitu sebesar $4,07 \text{ pori/cm}^2$. Roti tawar bebas gluten dengan penambahan minyak goreng 5% memiliki porositas sebesar $2,06 \text{ pori/cm}^2$, angka ini lebih rendah dibandingkan dengan kontrol negatif sebesar $2,28 \text{ pori/cm}^2$.

Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan adanya perbedaan nyata pada porositas roti dari penambahan beberapa jenis lemak nabati. Roti tawar bebas gluten dengan tingkat porositas tertinggi dihasilkan dari roti berbahan dasar mentega putih. Hal tersebut dikarenakan lemak dengan bentuk padat dapat meningkatkan kemampuan adonan untuk mempertahankan gas yang dihasilkan oleh ragi. Kristal pada lemak dapat menyatukan fase gas dan fase *liquid* adonan yang dapat mempengaruhi ukuran dan stabilitas gas. Saat proses pencampuran, kristal lemak dapat membantu menjaga stabilitas adonan dalam mempertahankan gas yang dihasilkan.

Lemak berperan dalam pembentukan pori dan kerenyahan struktur roti. Pada adonan, lemak didistribusikan dalam bentuk film di antara partikel pati, diabsorpsi oleh permukaan molekul protein dan butiran pati, memblokir kelompok hidrofilik, menghalangi interaksinya dengan air, mencegah pembengkakan tepung koloid, dan meningkatkan isi adonan fase *liquid*. Lemak memecah ikatan protein sekunder, menembus di antara makromolekul, dan memblokir pusat aktif. Akibatnya, ikatan antar partikel pati menjadi lebih lemah, kontinuitas pati terganggu, dan adonan memperoleh sifat plastis. Semakin tipis lapisan lemak dan semakin banyak jumlah dalam adonan, semakin berpori dan renyah struktur produk jadi (Renzyaeva, 2013).

Roti tawar bebas gluten dengan perlakuan penambahan mentega putih 15% memiliki nilai porositas tertinggi. Hal tersebut dikarenakan lemak dengan bentuk padat dapat meningkatkan kemampuan adonan untuk mempertahankan gas yang dihasilkan oleh ragi (Pareyt, 2011). Pada roti tawar bebas gluten dengan perlakuan

penambahan minyak goreng 5% memiliki nilai porositas roti lebih rendah. Hal tersebut dikarenakan minyak goreng tidak menghasilkan kristal sehingga tidak dapat menjaga stabilitas adonan (Renzyaeva, 2013).

Roti tawar tepung terigu memiliki nilai porositas roti tertinggi dan kenampakan yang seragam dibandingkan dengan roti tawar bebas gluten. Hal ini dikarenakan penggunaan tepung campuran dalam pembuatan roti tawar menghasilkan pori roti yang tidak seragam akibat tidak adanya gluten dalam tepung tersebut (Lembong dkk., 2017). Pada roti tawar bebas gluten memiliki kenampakan pori yang tidak seragam. Penguatan pembentukan sel diperkirakan dengan cara membentuk lapisan tebal yang mengelilingi gelembung gas sehingga stabilitas kuat dan terjadi (Najitasabi dan Mohebbi, 2015).

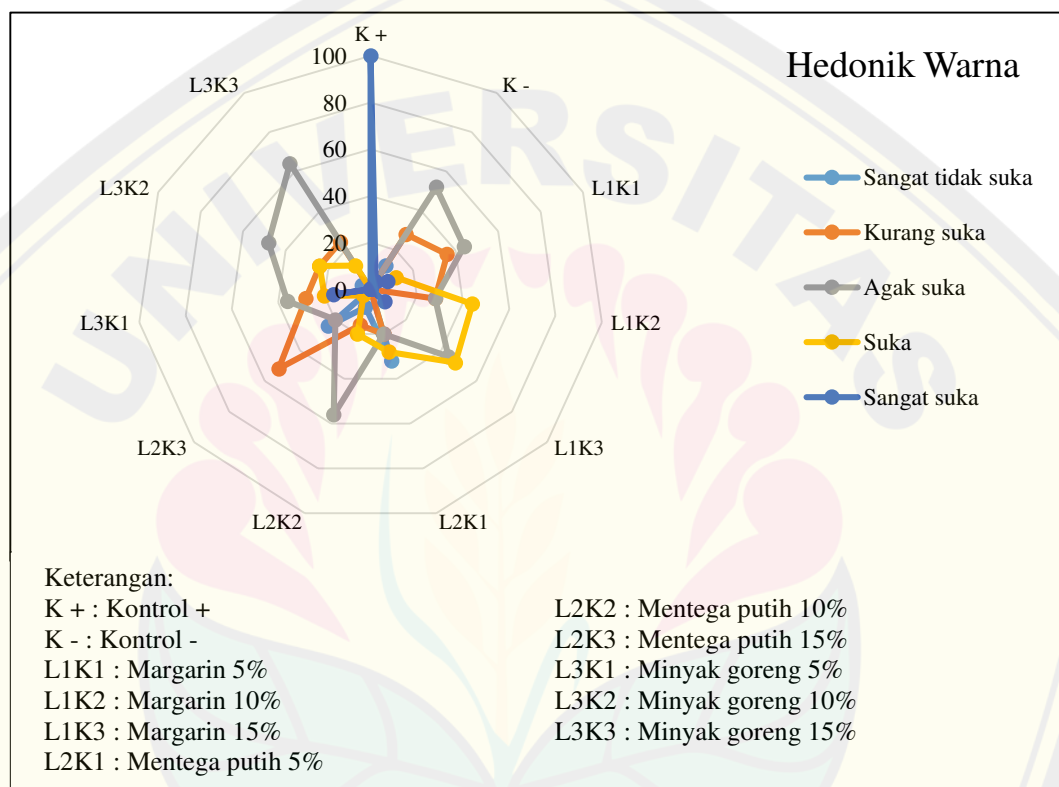
4.5 Uji Hedonik

Evaluasi sensori merupakan penilaian seseorang yang didasarkan pada penginderaan manusia. Pengindraan manusia akan dapat mempengaruhi rangsangan yang ditimbulkan suatu produk untuk mengetahui kesan atau respon yang ditimbulkan. Pengujian ini penting dilakukan terhadap produk pangan karena dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kesukaan dan daya terima panelis (Adawiyah, 2021). Pada penelitian ini menggunakan 25 panelis dan sampel yang digunakan pada uji sensori adalah roti tawar bebas gluten. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode uji hedonik.

Tujuan dilakukan uji hedonik adalah untuk mengukur tingkat kesukaan terhadap suatu produk. Uji kesukaan atau yang biasa disebut dengan uji rating hedonik menghendaki panelis untuk memberikan tanggapan tentang kesukaan atau ketidaksukaan terhadap produk yang dinilai (Dianah, 2020). Parameter dalam pengujian rating hedonik ini meliputi warna, aroma, keseragaman pori, tekstur, rasa, dan keseluruhan dari produk. Skala dalam uji rating hedonik yang digunakan berupa skala numerik dengan 5 rentang dimulai dari sangat tidak suka (1) sampai sangat suka (5) (Adawiyah, 2021).

4.5.1 Pengujian Hedonik Warna

Warna menjadi salah satu analisis visual pertama suatu produk pangan sehingga sangat menentukan kesukaan konsumen terhadap produk (Winarno, 2004). Berdasarkan hasil uji chi-square, perlakuan jenis dan konsentrasi lemak nabati berbeda nyata (F hitung 3148,60 > F tabel 55,75) terhadap tingkat kesukaan warna roti tawar bebas gluten. Nilai kesukaan warna roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.5.



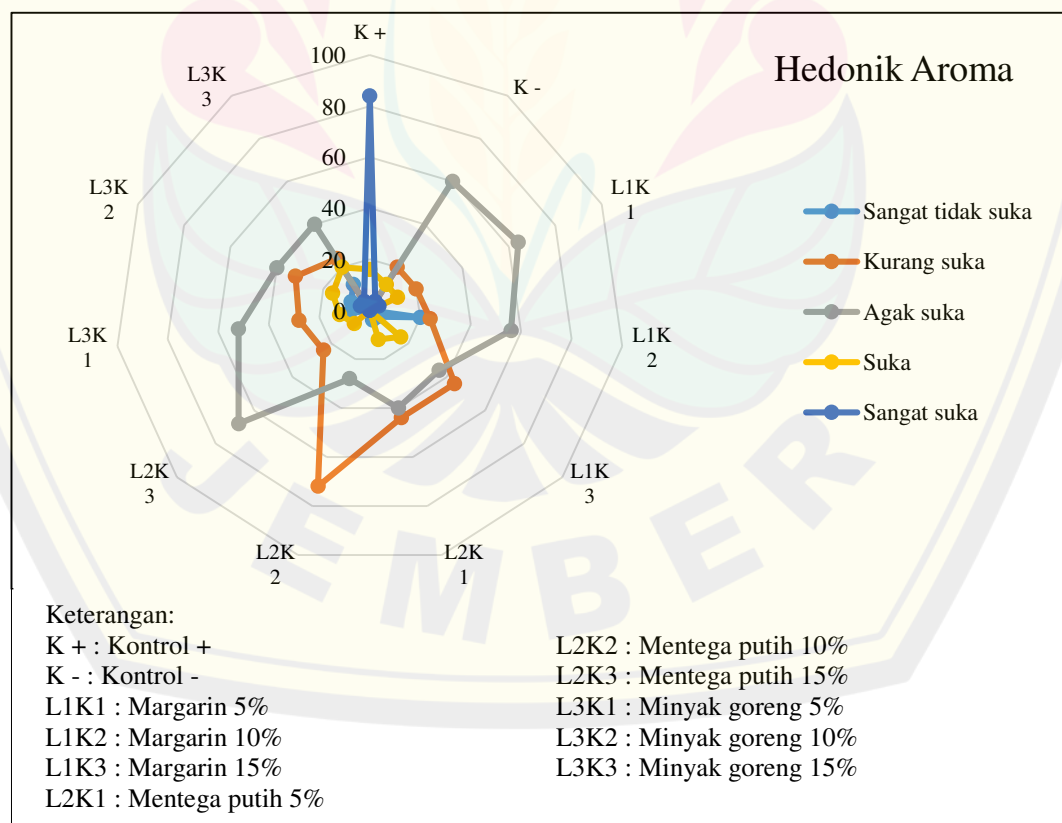
Gambar 4.5 Nilai Hedonik Warna Roti Tawar Bebas Gluten

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa mayoritas panelis sangat suka terhadap sampel roti tawar dengan perlakuan kontrol positif dengan nilai 100% dan menyatakan suka terhadap sampel roti tawar perlakuan kontrol negatif dengan nilai 4%. Pada roti tawar bebas gluten, panelis menyukai sampel roti tawar dengan perlakuan penambahan margarin 15% dengan nilai sebesar 48% suka, 44% agak suka, dan tidak ada panelis yang sangat tidak suka; sedangkan mayoritas panelis sangat tidak menyukai sampel roti tawar dengan perlakuan penambahan mentega putih 5% dengan nilai sebesar 32% sangat tidak suka, 20% kurang suka, 20% agak

suka, 20% suka, dan tidak ada panelis yang sangat suka. Penambahan margarin dengan konsentrasi 15% menghasilkan roti tawar dengan warna yang lebih disukai oleh panelis daripada penambahan konsentrasi yang lebih rendah. Hal tersebut disebabkan oleh semakin tingginya minyak yang ditambahkan pada produk, maka semakin banyak kandungan vitamin A atau karoten pada produk yang dihasilkan, sehingga warna yang dihasilkan lebih gelap (Purwanti, 2014).

4.5.2 Pengujian Hedonik Aroma

Pada industri pangan, pengujian terhadap bau dianggap penting karena dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk tentang diterima atau tidaknya produk tersebut. Selain itu, bau dapat dipakai juga sebagai suatu indikator terjadinya kerusakan pada produk (Mozin dkk., 2019). Aroma juga dapat menentukan kelezatan dari suatu produk (Rinto dkk., 2017).). Berdasarkan hasil uji chi-square, perlakuan jenis dan konsentrasi lemak nabati berbeda nyata (F hitung 5443,03 > F tabel 55,75) terhadap tingkat kesukaan aroma roti tawar bebas gluten. Nilai kesukaan aroma roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.6.

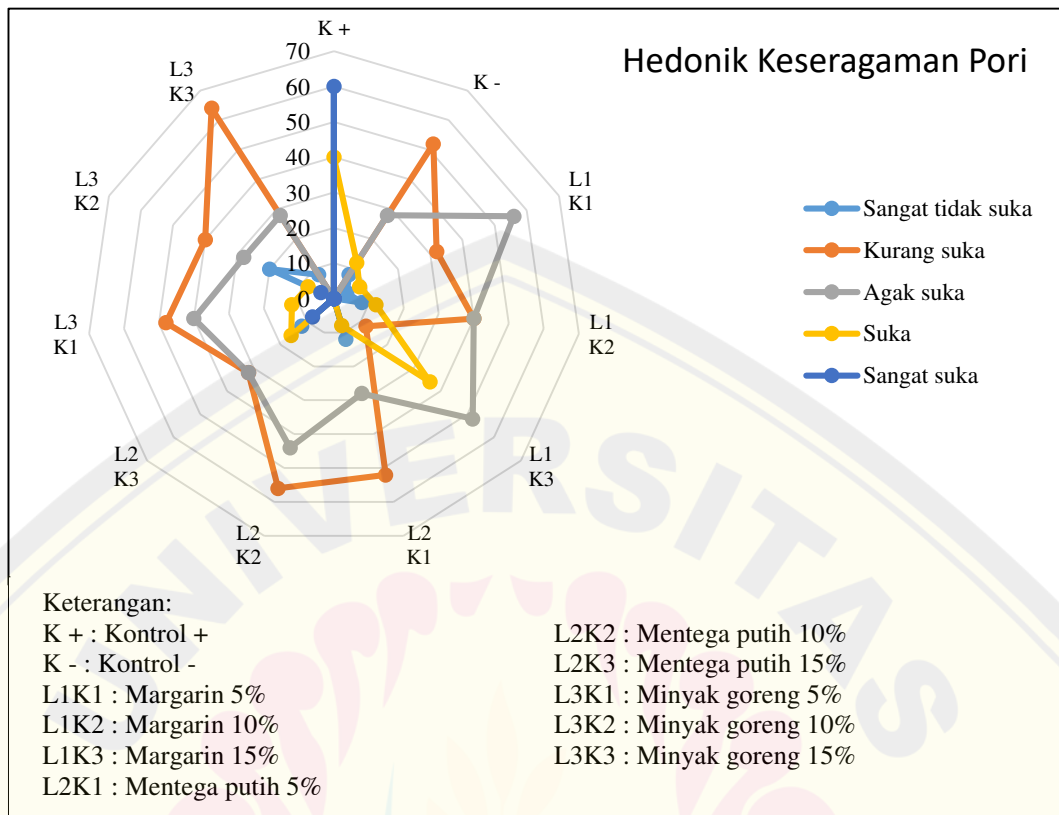


Gambar 4.6 Nilai Hedonik Aroma Roti Tawar Bebas Gluten

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa mayoritas panelis suka terhadap sampel roti tawar dengan perlakuan kontrol positif dengan nilai 84% sangat suka dan 16% suka, sedangkan pada roti tawar dengan perlakuan kontrol negatif dengan nilai 4% sangat suka, 12% suka, 60% agak suka, 20% kurang suka, dan 4% sangat tidak suka. Aroma roti tawar kontrol positif lebih disukai dibandingkan kontrol negatif karena pada kontrol positif memiliki aroma khas roti yang lebih kuat dibandingkan kontrol negatif. Roti tawar umumnya memiliki aroma khas ragi, namun pada roti tawar bebas gluten aroma khas ini lebih kuat karena aroma dari pati tidak terlalu tercium, sehingga tingkat kesukaan panelis lebih rendah (Rahmah, 2017). Pada roti tawar bebas gluten, panelis menyukai sampel roti tawar dengan perlakuan minyak goreng 15% dengan nilai 20% suka, 40% agak suka, 24% kurang suka, dan 12% sangat tidak suka; sedangkan mayoritas panelis sangat tidak menyukai sampel roti tawar dengan perlakuan penambahan margarin 10% dengan nilai sebesar 56% agak suka, 24% kurang suka, dan 20% sangat tidak suka.

4.5.3 Pengujian Hedonik Keseragaman Pori

Pengujian keseragaman pori roti bertujuan untuk menunjukkan bahwa pori yang seragam dikarenakan proses fermentasi berjalan dengan baik dan proses pengadukan yang dilakukan sudah merata, sehingga udara yang masuk saat pengadukan tertangkap dengan baik (Surono dkk., 2017).). Berdasarkan hasil uji chi-square, perlakuan jenis dan konsentrasi lemak nabati berbeda nyata ($F_{hitung} 3004,05 > F_{tabel} 55,75$) terhadap tingkat kesukaan keseragaman pori roti tawar bebas gluten. Nilai kesukaan keseragaman pori roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.7.



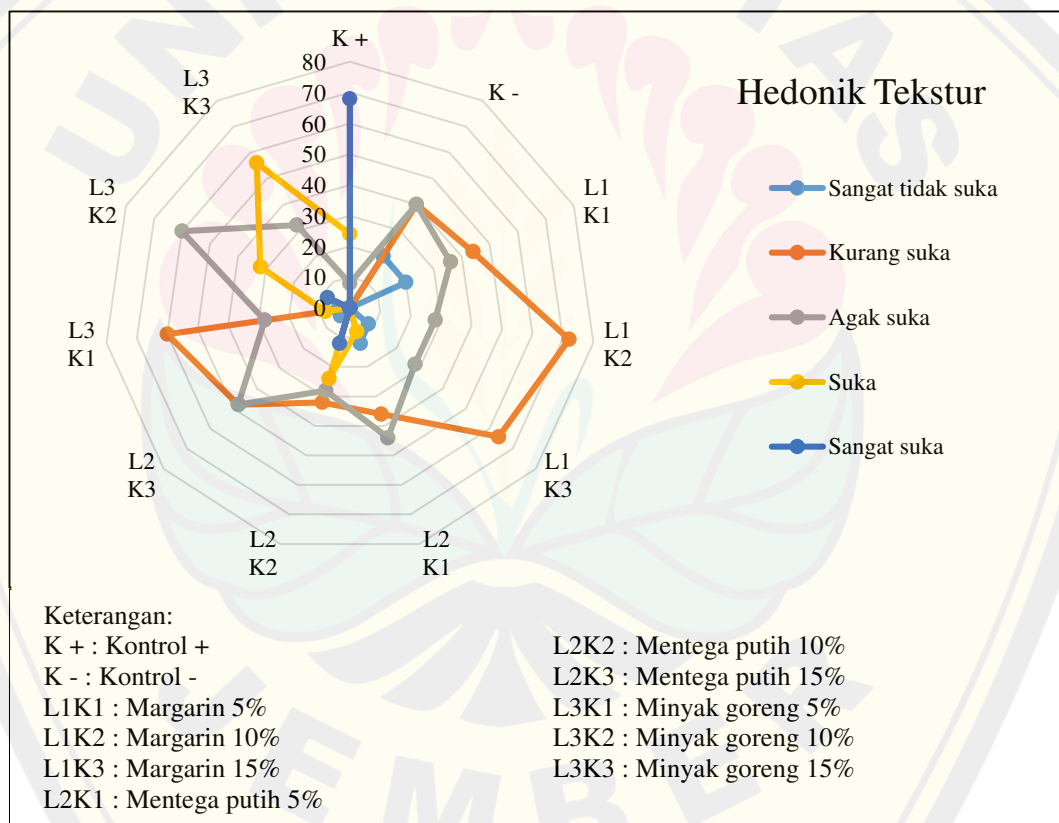
Gambar 4.7 Nilai Hedonik Keseragaman Pori Roti Tawar Bebas Gluten

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa mayoritas panelis sangat suka terhadap sampel roti tawar dengan perlakuan kontrol positif dengan nilai sebesar 60% sangat suka dan 40% suka, sedangkan roti tawar dengan perlakuan kontrol negatif dengan nilai 12% suka, 28% agak suka, 52% kurang suka, dan 8% sangat tidak suka. Roti tawar kontrol positif lebih disukai dibandingkan kontrol negatif karena pada kontrol positif memiliki keseragaman pori yang lebih baik. Pada roti tawar bebas gluten, panelis menyukai sampel roti tawar dengan penambahan margarin 15% dengan nilai sebesar 36% suka, 52% agak suka, 12% kurang suka, dan tidak ada panelis yang sangat tidak suka; sedangkan mayoritas panelis sangat tidak menyukai sampel roti tawar dengan penambahan minyak goreng 10% dengan nilai sebesar 4% sangat suka, 8% suka, 28% agak suka, 40% kurang suka, dan 20% sangat tidak suka. Roti tawar bebas gluten dengan penambahan margarin lebih disukai panelis karena memiliki pori-pori yang lebih rapat dan seragam. Hal tersebut dikarenakan lemak

dengan bentuk padat dapat meningkatkan kemampuan adonan untuk mempertahankan gas yang dihasilkan oleh ragi (Renzyaeva, 2013).

4.5.4 Pengujian Hedonik Tekstur

Tekstur makanan merupakan suatu hal yang berkaitan dengan struktur makanan yang dapat dideteksi dengan merasakan makanan di dalam mulut. Keempukan atau kerenyahan merupakan faktor pendorong bagi konsumen untuk lebih menyukai produk, sehingga akan menarik minat konsumen untuk lebih menyukainya (Rosida dkk., 2020).). Berdasarkan hasil uji chi-square, perlakuan jenis dan konsentrasi lemak nabati berbeda nyata ($F_{hitung} 2601,80 > F_{tabel} 55,75$) terhadap tingkat kesukaan tekstur roti tawar bebas gluten. Nilai kesukaan tekstur roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Nilai Hedonik Tekstur Roti Tawar Bebas Gluten

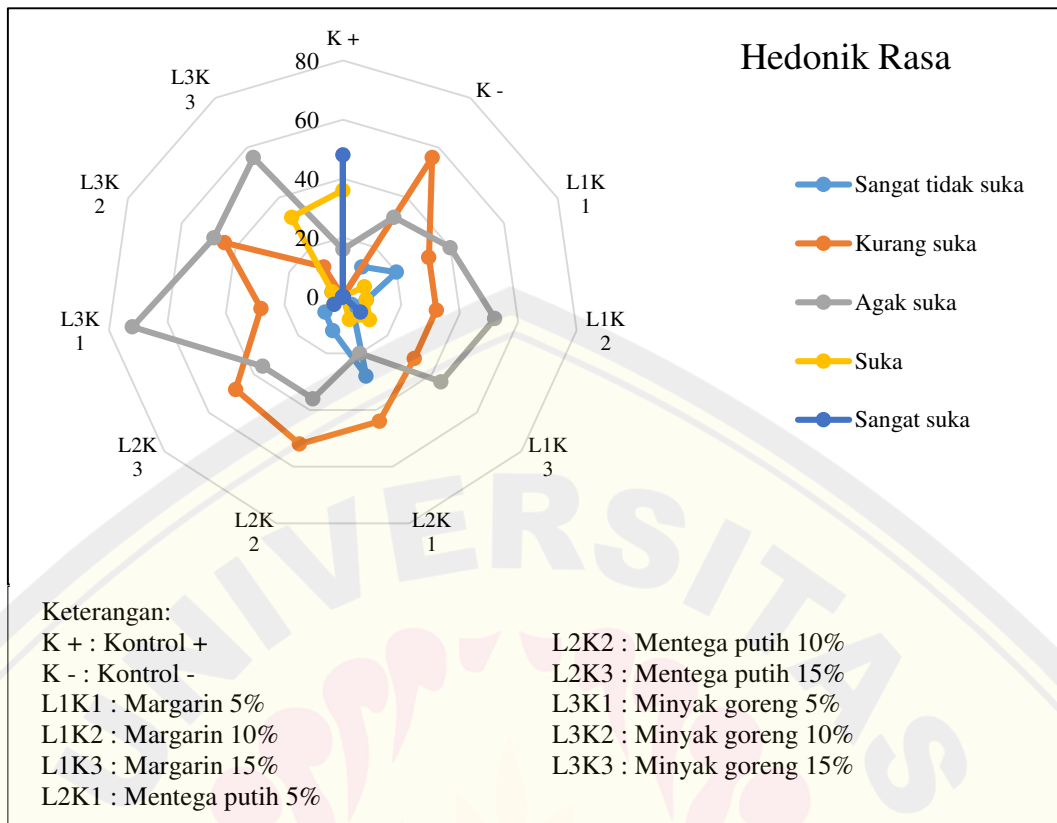
Gambar 4.8 menunjukkan bahwa mayoritas panelis sangat suka terhadap sampel roti tawar dengan perlakuan kontrol positif dengan nilai sebesar 68% sangat

suka, 24% suka, dan 8% agak suka, sedangkan pada roti tawar dengan perlakuan kontrol negatif dengan nilai sebesar 40% agak suka, 40% kurang suka, dan 20% sangat tidak suka. Roti tawar kontrol positif lebih disukai dibandingkan kontrol negatif karena pada kontrol positif memiliki tekstur roti yang lebih empuk. Pada roti tawar bebas gluten, panelis menyukai sampel roti tawar dengan penambahan minyak goreng 15% dengan nilai sebesar 56% suka, 32% agak suka, dan tidak ada panelis yang sangat tidak suka; sedangkan mayoritas panelis sangat tidak menyukai sampel roti tawar dengan penambahan margarin 5% dengan nilai sebesar 36% agak suka, 44% kurang suka, dan 20% sangat tidak suka.

Berdasarkan data di atas, diketahui bahwa panelis lebih menyukai sampel roti dengan perlakuan minyak goreng 15%. Hal tersebut karena sampel tersebut memiliki tekstur lebih empuk dibandingkan sampel lainnya. Lembutnya tekstur roti disebabkan karena minyak goreng yang berbentuk cair lebih mudah terdistribusi pada keseluruhan adonan pada saat pencampuran adonan (Renzyaeva, 2013).

4.5.5 Analisis Hedonik Rasa

Rasa adalah salah satu faktor penting untuk menentukan diterima atau tidaknya suatu bahan pangan atau makanan. Rasa merupakan persepsi dari sel pengecap yang meliputi rasa asin, manis, asam, dan pahit yang diakibatkan oleh bahan yang terlarut di dalam mulut (Setyaningsih dkk., 2010).). Berdasarkan hasil uji chi-square, perlakuan jenis dan konsentrasi lemak nabati berbeda nyata ($F_{hitung} 2096,91 > F_{tabel} 55,75$) terhadap tingkat kesukaan rasa roti tawar bebas gluten. Nilai kesukaan rasa roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Nilai Hedonik Rasa Roti Tawar Bebas Gluten

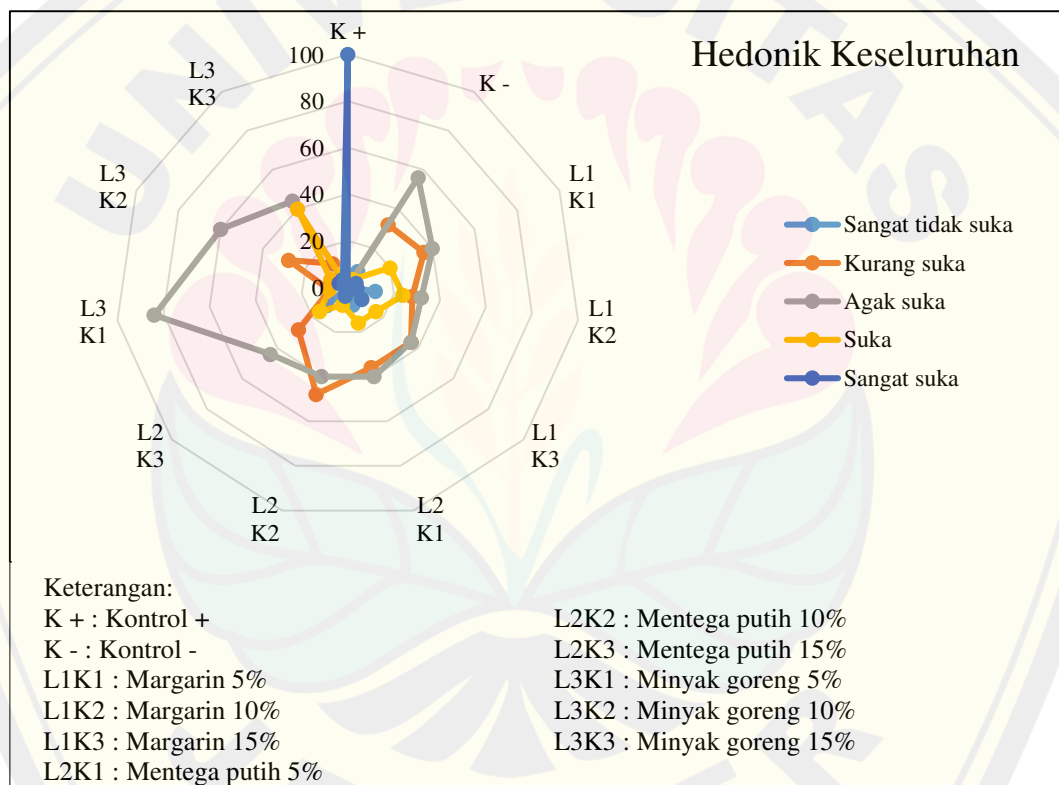
Gambar 4.9 menunjukkan bahwa mayoritas panelis sangat suka terhadap sampel roti tawar dengan perlakuan kontrol positif dengan nilai sebesar 48% sangat suka, 36% suka, dan 16% agak suka, sedangkan pada roti tawar dengan perlakuan kontrol negatif dengan nilai sebesar 32% agak suka, 56% kurang suka, dan 12% sangat tidak suka. Roti tawar kontrol positif lebih disukai oleh panelis, sebab roti tawar kontrol negatif memiliki rasa terlalu tawar. Pada roti tawar bebas gluten, panelis menyukai sampel roti tawar dengan penambahan minyak goreng 15% dengan nilai sebesar 32% suka, 56% agak suka, 12% kurang suka, dan tidak ada panelis yang sangat tidak suka. Mayoritas panelis sangat tidak menyukai sampel dengan penambahan mentega putih 5% dengan nilai sebesar 8% suka, 20% agak suka, 44% kurang suka, dan 28% sangat tidak suka. Hal ini dikarenakan panelis belum terbiasa mengonsumsi roti tawar bebas gluten.

Umumnya roti tawar memiliki rasa yang gurih (Rahmah, 2017). Berdasarkan gambar 4.9, panelis lebih menyukai sampel dengan penambahan lemak lebih banyak. Tingginya kandungan lemak dapat menghasilkan rasa gurih pada roti. Hal

ini sesuai dengan pernyataan Wijayanti (2007) bahwa kandungan lemak dengan proporsi lebih tinggi dapat memberi rasa gurih pada roti dan meningkatkan kepuasan konsumen.

4.5.6 Analisis Hedonik Keseluruhan

Penilaian terhadap tingkat kesukaan secara keseluruhan dari akumulasi seluruh parameter yaitu warna, aroma, keseragaman pori, tekstur, dan rasa. Berdasarkan hasil uji chi-square, perlakuan jenis dan konsentrasi lemak nabati berbeda nyata (F hitung 3325,25 > F tabel 55,75) terhadap tingkat kesukaan keseluruhan roti tawar bebas gluten. Nilai keseluruhan roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Nilai Keseluruhan Roti Tawar Bebas Gluten

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa semua panelis sangat suka terhadap sampel roti tawar dengan perlakuan kontrol positif dengan nilai 100% dan menyatakan suka terhadap sampel dengan perlakuan kontrol negatif dengan nilai sebesar 4% suka, 56% agak suka, 32% kurang suka, dan 8% sangat tidak suka. Panelis lebih menyukai kontrol positif karena belum terbiasa mengonsumsi roti

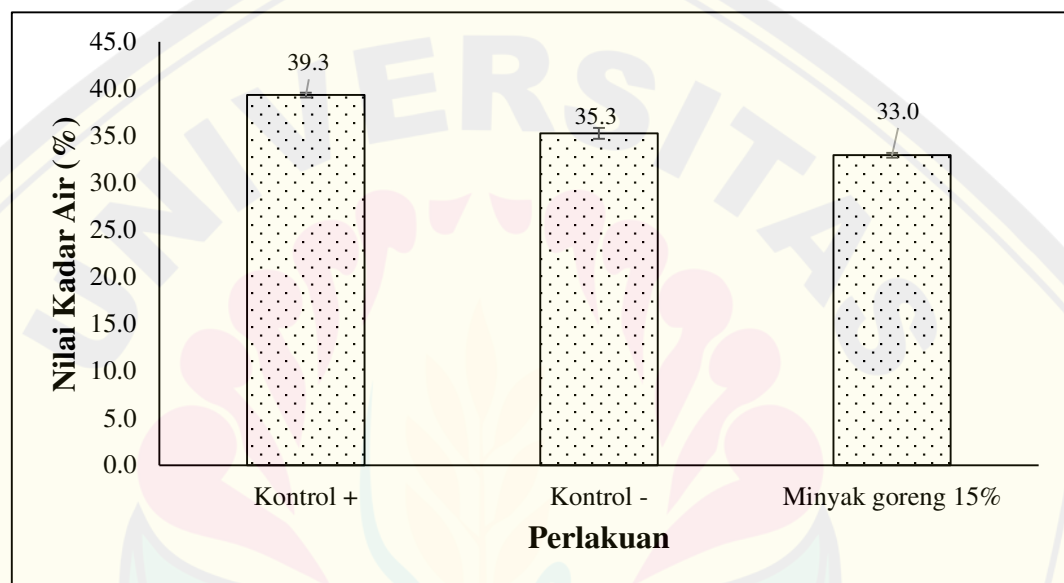
tawar bebas gluten. Pada roti tawar bebas gluten, panelis menyukai sampel roti tawar dengan penambahan minyak goreng 15% dengan nilai sebesar 4% sangat suka, 40% suka, 44% agak suka, 12% kurang suka, dan tidak ada panelis yang sangat tidak suka. Mayoritas panelis kurang menyukai sampel roti tawar dengan penambahan mentega putih 10% dengan nilai sebesar 8% suka, 40% agak suka, 48% kurang suka, dan tidak ada panelis yang sangat tidak suka. Semua roti tawar bebas gluten memiliki nilai keseluruhan dibawah roti tawar tepung terigu. Hal ini dikarenakan roti tawar memiliki karakteristik ukuran pori-pori yang seragam, kecil, dan rapat; dinding *crumb* yang lembut dan tebal; *crust* yang terbentuk berwarna coklat keemasan dan tidak terlalu tebal; mudah diiris; volume pengembangan optimal; tidak mudah *stalling*, dan memiliki aroma khas dari gas hasil fermentasi (Faridah, 2015). Karakteristik yang dimiliki roti tawar bebas gluten masih lebih rendah sehingga memiliki tekstur yang keras, pori roti kurang seragam dan mudah mengalami *stalling* sehingga memberikan hasil yang tidak memuaskan (Kuswardani dkk., 2008).

4.6 Mutu Gizi Roti Tawar Bebas Gluten

Pada pengujian mutu gizi ini, produk yang diuji adalah sampel perlakuan terbaik dan kontrol. Perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan sifat fisik (tekstur, volume pengembangan, dan porositas pori) dan uji hedonik (keseragaman pori, tekstur, rasa, dan keseluruhan). Perlakuan terbaik yaitu minyak goreng 15%.

4.6.1 Kadar Air pada Roti Tawar Bebas Gluten

Kadar air termasuk karakteristik kimia yang sangat berpengaruh pada bahan pangan karena dapat mempengaruhi tekstur, cita rasa, dan daya simpan produk (Sari dkk., 2019). Jika di dalam produk pangan mengandung kadar air yang tinggi, maka dapat mengakibatkan bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan tersebut (Fauzi, 2012). Nilai kadar air roti tawar bebas gluten berkisar antara 33% sampai dengan 39,3%. Rata-rata nilai kadar air bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.11.



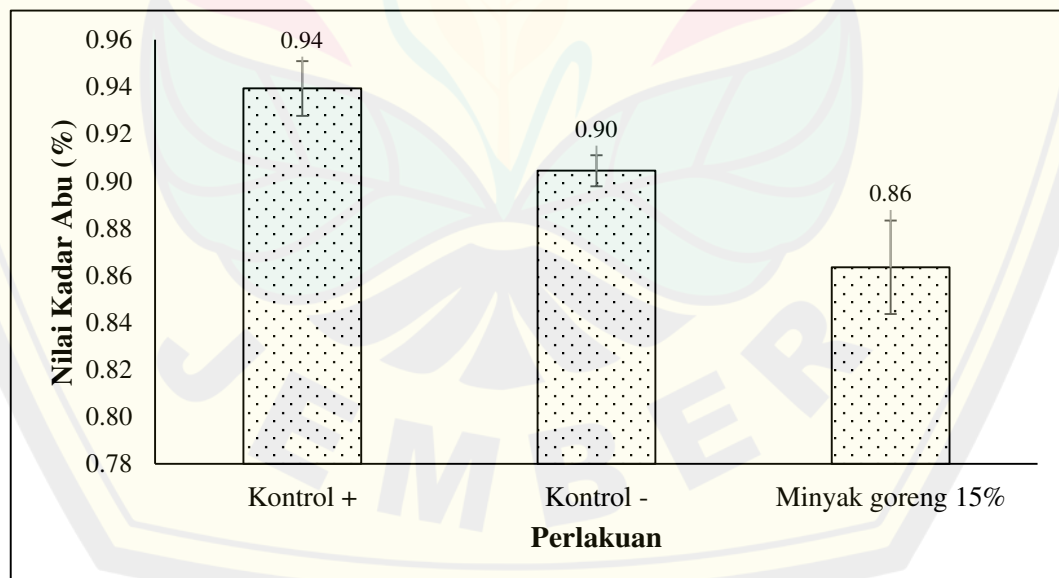
Gambar 4.11 Nilai Kadar Air Roti Tawar Bebas Gluten

Berdasarkan Gambar 4.11 dapat diketahui bahwa nilai kadar air tertinggi yaitu sampel dengan perlakuan kontrol positif sebesar 39,3%. Nilai kadar air terendah yaitu sampel dengan perlakuan minyak goreng 15% sebesar 33%. Hal ini menunjukkan bahwa roti tawar telah memenuhi syarat mutu Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3840-1995 kadar air tidak melebihi 40%. Menurut Lestari (2010) menyatakan bahwa tepung komposit memiliki kapasitas mengikat air yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu. Tepung komposit sendiri memiliki karakteristik kering dan berpasir, mengikat sedikit air sehingga adonan yang dihasilkan kurang elastis dan kaku. Kemampuan menyerap air yang rendah dapat menyebabkan penguapan air pada saat proses pemanggangan sehingga kadar air yang dihasilkan lebih rendah.

Kadar air juga dipengaruhi oleh adanya interaksi antara pati dengan protein. Jumlah protein yang tinggi akan menurunkan pengembangan yang disebabkan oleh sifatnya yang viskoelastisitas dan memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan silang (Chinnaswamy dan Hanna,1998). Kadar protein yang tinggi pada tepung terigu menyebabkan proses gelatinisasi pati terhambat karena terjadi kompetisi dalam pemerangkapan air antara pati dan protein. Sehingga pada proses pemanggangan air tidak dapat menguap dan kadar air pada produk yang dihasilkan lebih tinggi.

4.6.2 Kadar Abu pada Roti Tawar Bebas Gluten

Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kandungan abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuannya (Fauzi, 2006). Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan pangan. Bahan pangan terdiri dari 96% bahan anorganik dan air, sedangkan sisanya merupakan unsur mineral. Nilai kadar abu roti tawar bebas gluten berkisar antara 0,86% sampai dengan 0,94%. Rata-rata nilai kadar abu roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Nilai Kadar Abu Roti Tawar Bebas Gluten

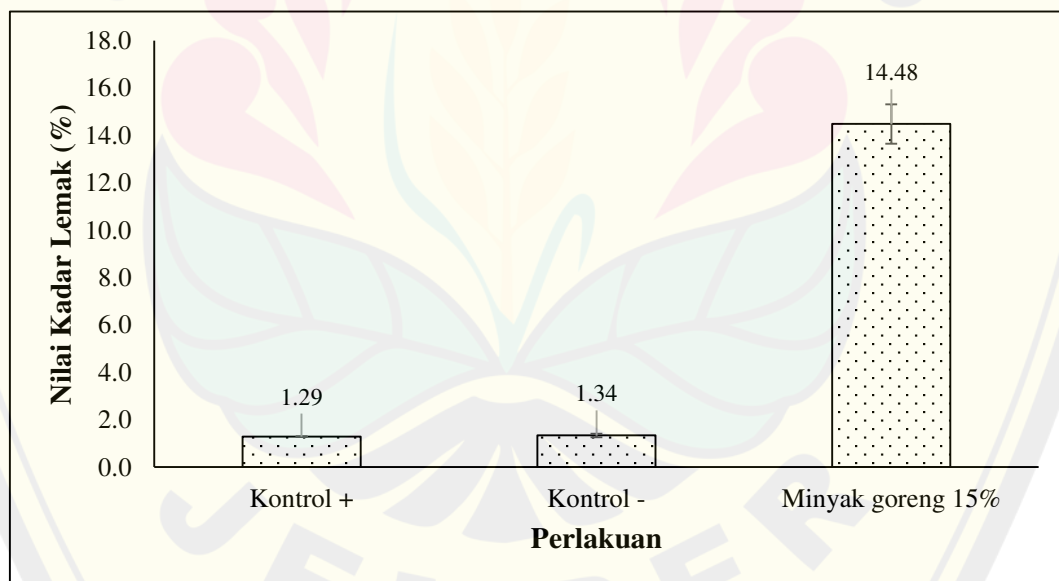
Berdasarkan Gambar 4.12 dapat diketahui bahwa nilai kadar abu tertinggi yaitu sampel dengan perlakuan kontrol positif sebesar 0,94%. Nilai kadar abu

terendah yaitu sampel dengan perlakuan minyak goreng 15% sebesar 0,86%. Hal ini menunjukkan bahwa roti tawar telah memenuhi syarat mutu Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3840-1995 kadar abu yaitu tidak melebihi 1%.

Kadar abu dipengaruhi dari bahan penunjang seperti air, susu, garam, dan telur yang memiliki kandungan mineral (Mustaqim, 2012). Penggunaan lemak tidak mempengaruhi kadar abu dari produk yang dihasilkan, karena lemak tidak mengandung kadar abu (Alfi dkk., 2020).

4.6.3 Kadar Lemak pada Roti Tawar Bebas Gluten

Lemak merupakan sumber energi bagi tubuh. Biasanya energi yang dihasilkan per gram lemak adalah lebih besar dari energi yang dihasilkan oleh 1 gram karbohidrat atau 1 gram protein, dalam 1 gram lemak menghasilkan 9 kalori (kal) (Budianto, 2009). Nilai kadar lemak roti tawar bebas gluten berkisar antara 1,29% sampai dengan 14,48%. Rata-rata nilai kadar lemak roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Nilai Kadar Lemak Roti Tawar Bebas Gluten

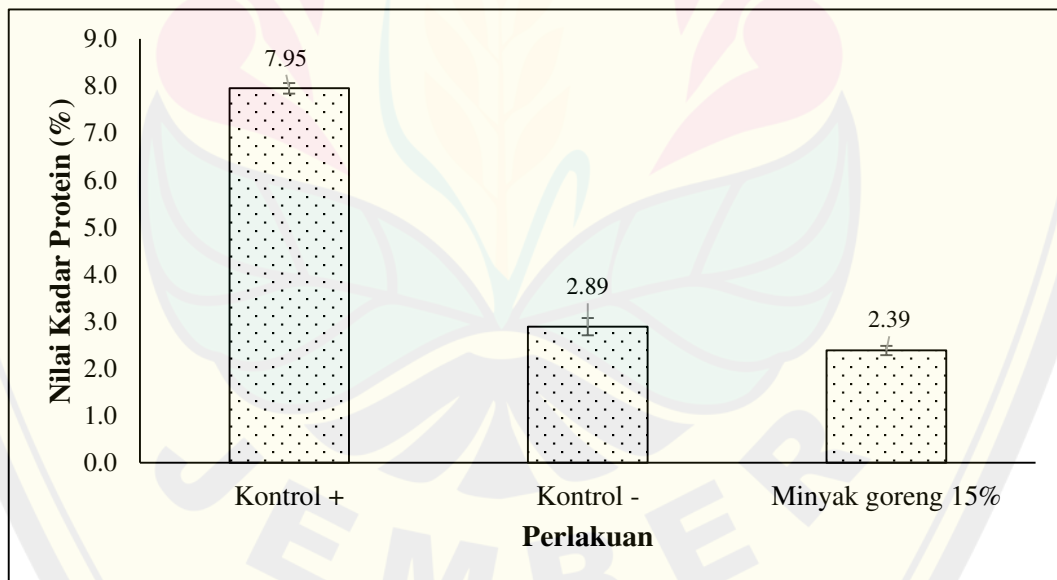
Berdasarkan Gambar 4.13 dapat diketahui bahwa nilai kadar lemak tertinggi yaitu sampel dengan perlakuan minyak goreng 15% sebesar 14, 48%. Nilai kadar lemak terendah yaitu sampel dengan perlakuan kontrol positif sebesar 1,29%. Hal ini menunjukkan bahwa roti tawar kontrol positif dan kontrol negatif telah memenuhi syarat mutu Direktorat Gizi Depkes (1992) kadar lemak tidak melebihi

4,2%. Tetapi roti tawar bebas gluten dengan perlakuan minyak goreng 15% belum memenuhi syarat mutu Direktorat Gizi Depkes.

Kadar lemak pada produk roti dipengaruhi oleh kandungan lemak pada masing-masing bahan yang ditambahkan. Pada tepung sorgum mengandung lemak sebesar 3,3 g dalam 100 g, maizena 0,1 g dalam 100 g, dan tapioka 3,9 g dalam 100 g. Sampel dengan penambahan minyak goreng 15% menunjukkan kadar lemak lebih tinggi dikarenakan minyak goreng mengandung 100% minyak (Pratiwi, 2019).

4.6.4 Kadar Protein pada Roti Tawar Bebas Gluten

Protein adalah senyawa organik yang molekulnya sangat besar dan susunannya sangat kompleks serta merupakan polimer dari α asam-asam amino. Kadar protein ditentukan dengan menggunakan metode kjeldahl, karena pada umumnya metode ini digunakan untuk analisis protein pada makanan. Nilai kadar protein roti tawar bebas gluten berkisar antara 2,39% sampai dengan 7,95%. Rata-rata nilai kadar protein roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Nilai Kadar Protein Roti Tawar Bebas Gluten

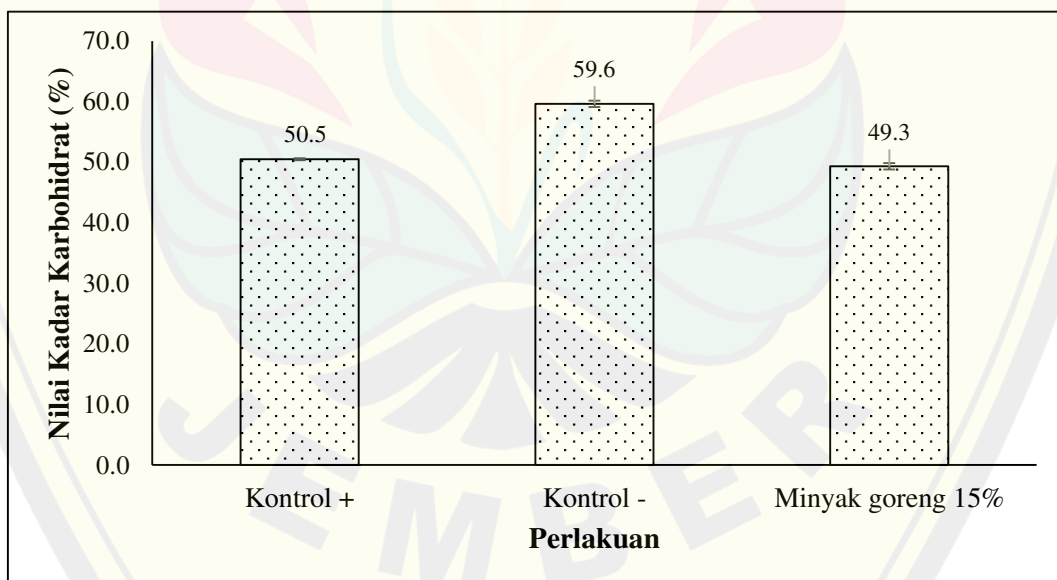
Berdasarkan Gambar 4.14 dapat diketahui bahwa nilai kadar protein tertinggi terdapat pada sampel dengan perlakuan kontrol positif sebesar 7,95%, sedangkan nilai kadar protein terendah yaitu sampel dengan perlakuan minyak goreng 15%

sebesar 2,39%. Hal ini dikarenakan tepung terigu yang digunakan adalah tepung terigu berprotein tinggi dengan kandungan gluten yang tinggi.

Jenis protein pada tepung terigu adalah gluten yang memiliki karakteristik elastis dan dapat mengembang jika berinteraksi dengan air (Rahmah, 2017). Terigu sendiri mengandung protein sebesar 131 g/100 g, fungsi protein tersebut adalah untuk menahan gas karbondioksida yang dihasilkan saat proses fermentasi (Farida, 2015). Tepung campuran sendiri terdiri dari tepung sorgum yang mengandung protein sebesar 10,1 g/100 g, tapioka sebesar 2 g/100g, dan maizena sebesar 0,3 g/100 g. Protein pada tepung sorgum adalah kafirin sebesar 32,6%-58,8% (Suarni dan Firmansyah, 2012).

4.6.5 Kadar Karbohidrat pada Roti Tawar Bebas Gluten

Karbohidrat juga memiliki peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain (Sari dkk., 2019). Nilai kadar karbohidrat roti tawar bebas gluten berkisar antara 49,3% sampai dengan 59,6%. Rata-rata nilai kadar karbohidrat roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Nilai Kadar Karbohidrat Roti Tawar Bebas Gluten

Berdasarkan gambar 4.15 dapat diketahui bahwa nilai kadar karbohidrat tertinggi yaitu sampel dengan perlakuan kontrol negatif sebesar 59,6%, sedangkan

nilai kadar karbohidrat terendah yaitu sampel dengan perlakuan minyak goreng 15% sebesar 49,3%.

Kadar karbohidrat pada produk roti dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat pada masing-masing bahan yang ditambahkan. Pada tepung terigu mengandung karbohidrat sebesar 73 g dalam 100 g, tepung sorgum 69 g dalam 100 g, maizena 91 g dalam 100 g, dan tapioka 22 g dalam 100 g. Tingginya kadar karbohidrat pada roti tawar bebas gluten dikarenakan terjadi penggabungan dari kandungan karbohidrat dari ketiga jenis pati yang digunakan. Sampel roti tawar bebas gluten dengan perlakuan minyak goreng 15% memiliki kadar karbohidrat lebih rendah karena telah difermentasi oleh *yeast* sehingga menghasilkan gas karbondioksida, alkohol, air, dan asam organik. Selain itu, karbohidrat juga berkurang karena bereaksi dengan protein untuk membentuk warna coklat pada kulit roti saat proses pemanggangan (Alfi, 2020).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil uji DNMRT pada mutu fisik berpengaruh nyata terhadap warna (F hitung 597,089 > F tabel 2,07), tekstur (F hitung 7,729 > F tabel 2,07), volume pengembangan (F hitung 419,315 > F tabel 2,07), dan porositas roti (F hitung 6,903 > F tabel 2,07). Hasil uji chi-square pada uji hedonik berpengaruh nyata terhadap hedonik warna (F hitung 3148,60 > F tabel 55,75), hedonik aroma (F hitung 5443,03 > F tabel 55,75), hedonik keseragaman pori (F hitung 3004,05 > F tabel 55,75), hedonik tekstur (F hitung 2601,80 > F tabel 55,75), hedonik rasa (F hitung 2096,91 > F tabel 55,75), dan hedonik keseluruhan (F hitung 3325,13 > F tabel 55,75).

Roti tawar bebas gluten yang disukai oleh panelis terdapat pada perlakuan minyak goreng 15%. Roti tawar bebas gluten tersebut memiliki nilai sensoris sebesar 64% panelis agak menyukai warna roti, 28% panelis agak menyukai aroma roti, 56% panelis menyukai tekstur roti, 32% panelis menyukai rasa roti, dan 40% panelis menyukai penampilan keseluruhan roti tawar bebas gluten serta memiliki nilai kadar air sebesar 33%, kadar abu sebesar 0,86%, kadar lemak sebesar 14,48%, kadar protein sebesar 2,39%, dan kadar karbohidrat sebesar 49,3%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat disampaikan adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kadar serat dan daya tahan atau masa simpan produk roti tawar bebas gluten tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, D. R. 2021. Peranan Ilmu Sensori dalam Pengembangan Produk di Industri Pangan. *Orasi Ilmiah Guru Besar IPB University*.
- Alfi, A., R. Utami., dan W. Atmaka. 2020. Pengaruh *Virgin Coconut Oil* (VCO) terhadap Karakteristik dan Umur Simpan Roti Manis. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI*. Vol 5(1).
- Amjid, M. R., A. Shehzad., S. Hussain., M. A. Shabbir., M. R. Khan, dan M. Shoaib. 2013. *A Comprehensive Review on Wheat Flour Dough Rheology*. *Pakistan Journal of Food Scienses*. Vol 23(2):105-123.
- Anggreini, R. A., U. Sarofa., dan Rosida. 2018. *Characteristic of Dried Noodles from Modified Sorghum Flour (MOSOF) (Sorghum bicolor)*. *Atlantis Highlights in Engineering (AHE)*. Vol 1:138-142.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. Washington: Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station.
- Ardianti, D. Y., R. Anggriani., dan S. Sukardi. 2019. Pembuatan Cookies Substitusi Tepung Talas (*Colocasia esculanta (L.) Schoot*) dan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera Lamk*). *Food Technology and Halal Science Journal*. Vol 2(1):85-96
- Asmoro, B. A. 2019. Substitusi Tepung Tapioka dan Kaldu Limbah Udang terhadap Fisikokimia, Organoleptik Petis. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Semarang.
- Azizi, M. H dan G. V. Rao. 2004. *Influence of Selected Surfactant Gels and Gums on Dough Rheologicalistic and Quality*. *Journal of Food Quality*. Vol 27:320-336.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Minyak Goreng Sawit SNI 7709:2012*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. *Margarin SNI 3541:2014*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Balogopalan, C., G. Padmaja., S. K. Nanda., dan S. N. Moorthy. 1988. *Cassava food, feed, and industry*. CRC Press, Boca Raton. Florida.
- Bellitz, H. D., W. Grosch., dan P. Schieberle. 2009. *Food Chemistry, fourth revised ed*. Springer-Verlag. Berlin, Germany.

- Boehan, Y. O., S. Azumah., B. D. Novick., dan D. Wubah. 2012. *The Quality and Infrared Determination of Trans Fatty Acid Contents in Some Edible Vegetable Oil. African Journal of Food Science and Technology*. Vol 3(6):142-148.
- Brooker, B. E. 1996. *The Role of Fat in the Stabilisation of Gas Cells in Bread Dough. Journal of Cereal Science*. Vol 24:187-198.
- Budianto, A. K. 2009. *Dasar-dasar Ilmu Gizi*. Malang: UMM Pers.
- Budijanto, S dan Yulianti. 2012. Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) dan Aplikasinya pada Pembuatan Beras Analog. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 13(3):177-186.
- Budilistian, W. 2015. Eksperimen Pembuatan Roti Tawar Substitusi Tepung Ampas Jagung. *Skripsi*. Semarang: Jurusan Pendidikan Kesejahteraan Keluarga Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Chinnaswamy, R dan M. A. Hanna. 1998. Macromolecular and Functional Properties of Native and Extrusion-Cooked Corn Starch. *Cereal Chemical*. Vol 67(5).
- Dahrul, S dan W. R. Anggita. 2008. Kajian Formulasi Cookies Ubi Jalar (*Ipomea batatas L.*) dengan Karakteristik Tekstur Menyerupai Cookies Keladi. *Skripsi*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Institut Pertanian Bogor.
- Dianah, M. S. 2020. Uji Hedonik dan Mutu Hedonik Es Krim Susu Sapi dengan Penambahan Pasta Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L.*). *Skripsi*. Kampar: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1992. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bhartara Karya Aksara.
- Dwipayana, I. M., N. M. Wartini., dan L. P. Wrasati. 2019. Pengaruh Perbandingan Bahan Pelarut dan Lama Ekstraksi terhadap Karakteristik Ekstrak Pewarna Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius Roxb.*). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. Vol 7(4).
- Estiningtyas, D dan N. Rustanti. 2014. Kandungan Gizi Sosis Substitusi Tepung Tempe dengan Bahan Pengisi Tepung Ubi Jalar Kuning (*Ipomoea batatas*) dan Bahan Penstabil Ekstrak Rumput Laut (*Euchuma cottonii*) untuk PMT Ibu Hamil. *Journal of Nutrition College*. Vol 3 (2).
- Faridah, A., K. S. Pada., A. Yulastri, dan L. Yusuf. 2008. *Patiseri Jilid 1*. Buku Sekolah Elektronik.
- Faridah, A., K. S. Pada., A. Yulastri., dan L. Yusuf. 2008. *Patiseri Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

- Faridah, H. M. 2015. Pengaruh Jumlah Air dan Jenis Hidrokoloid terhadap Formula Roti Tawar Mini Bebas Gluten Berbasis Tepung Beras, Pati Jagung, dan Pati Singkong. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Fauzi, A. 2006. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Fauzi, R. 2012. Mempelajari Tingkat Kekerasan Biji Jagung selama Pengeringan Lapis Tipis. *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Gani, D. H. 2019. Formulasi CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) dan Asam Sitrat pada Selai Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*). *Skripsi*. Program Studi Agroindustri Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan.
- Ghotra, B. S., S. D. Dyal., S.S. Narine. 2002. Lipids shortening: *A Review*. *Food Research International*. Vol 5:1544-1560.
- Golomb, B., M. A. Evans., H. L. White., J. E. Dimsdale. 2012. *Trans Fat Consumption and Aggression*. *PlosOne*. Vol 7(3).
- Hardoko., L. Hendarto., dan T. M. Siregar. 2010. Pemanfaatan Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L. Poir.*) sebagai Pengganti Sebagian Tepung Terigu dan Sumber Antioksidan pada Roti Tawar. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol 21, No. 1:25-32.
- Hill, S. E. 2014. Effect Types on the Structural and Textural Properties of Dough and Semi-Sweet Biscuit. *Journal Food Science Technology*. Vol 51(9).
- Ibrahim, F. S., E. E. Babiker., N. E. Yousif., dan A. H. El-Tinay. 2005. Effect of fermentation on biochemical and sensory characteristics of sorghum flour supplemented with whey protein. *Food Chemistry*. 92:285-292.
- Istianah, N., A. K. Wardani., dan S. Heppy. 2018. *Teknologi Bioproses*. Malang: UB Press.
- Ketaren, S. 2009. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Cetakan Pertama. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Konova, N. I., T. V. Renzyaeva., dan Vliyanie. 2010. *The Effect of Liquid Vegetable Oils on the Quality of Wheat-Flour Bread*. *Confectionary and bread baking: A Specialized Bulletin*. Vol 7-8.
- Koswara, S. 2009. *Teknologi Pengolahan Roti Seri Teknologi Pangan Populer (Teori dan Praktek)*. eBookPangan.com.

- Kurniadi, M., M. Andriani., F. Faturohman., dan E. Damayanti. 2013. Karakteristik Fisikokimia Tepung Biji Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) Terfermentasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus acidophilus*. *Agritech*. 33(3):28-295.
- Kusmiati. 2005. *Membuat Aneka Roti*. Jakarta: PT. Musi Perkasa Utama.
- Kuswardani, I., Y. C. Trisnawati, dan Faustine. 2008. Kajian Penggunaan *Xanthan Gum* pada Roti Tawar Non Gluten yang Terbuat dari Maizena, Tepung Beras, dan Tapioka. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. Vol 7(1).
- Lamusu, D. 2018. Uji Organoleptik Jalangkote Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L.*) sebagai Upaya Diversifikasi Pangan. *Jurnal Pengolahan Pangan*. Vol 3 (1:9-15).
- Lehninger, A. H. 1995. *Dasar-dasar Biokimia*. Erlangga. Jakarta.
- Lembong, E., S. Toto., dan M. S. Debby. 2017. Pembuatan Roti dari Campuran Tepung Sorgum dan Terigu dengan Penambahan α -Amilase dan Glukoamilase. *Jurnal Penelitian Pangan*. Vol 2(1):18-24.
- Lestari, D. W. 2013. Pengaruh Substitusi Tepung Tapioka terhadap Tekstur dan Nilai Organoleptik Dodol Susu. *Skripsi*. Malang: Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
- Lestari, C. A. 2016. Pengaruh Substitusi Tepung Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) terhadap Karakteristik Roti Tawar. *Skripsi*. Bandung: Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
- Loan, L. T. K., N. M. Thuy, dan N. V. Thanh. 2018. Optimization of Formulation of *Gluten-Free* Rice Bread Using Response Surface Methodology. *International Journal of Science and Research (IJSR)*.
- Mancebo, C. M., M. A. S. Miguel., M. M. Martinez., dan M. Gomez. 2015. Optimization of Rheological Properties of Gluten-Free Doughs with HPMC, Psyllium, and Different Levels of Water. *Journal of Cereal Science*. Vol 61:8-15.
- Marom, A. 2014. Pengaruh Penggunaan Tepung Kulit Ari Biji Kedelai sebagai Bahan Substitusi terhadap Kualitas *Choux Pastry* Kering. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Maulida, Z., N. Aini., B. Sustriawan., dan J. Sumarmono. 2019. Formulasi Roti Bebas Gluten Berbasis Tepung Sorgum dengan Penambahan Pati Garut dan Gum Arab. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. Vol 16(2).
- Mozin, F., Nurhaeni., dan A. Ridhay. 2019. Analisis Kadar Serat dan Kadar Protein serta Pengaruh Waktu Simpan terhadap Sereal Berbasis Tepung Ampas Kelapa dan Tepung Tempe. *Jurnal Riset Kimia*. Vol 5(3):240-251.

- Muchtadi, T. R., Sugiyono., dan F. Ayustaningwarno. 2012. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Alfabeta, Bandung.
- Mudjajanto, E. S dan L. N. Yulianti. 2004. *Membuat Aneka Roti*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Mustaqim, M. 2012. Pengembangan Produk *Flakes* dari Campuran Terigu, Pati Garut, dan Tepung Koro Pedang Putih. *Skripsi*. Yogyakarta: Teknologi dan Hasil Pertanian Universitas Gajah Mada.
- Mustika, A., L. Kurniawati., dan A. Mustofa. 2015. Karakteristik Roti Tawar dengan Substitusi Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor (L.) Moench.*) Terfermentasi dan Tanpa Fermentasi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. Vol 8(1).
- Muthoharoh, D. F., dan A. Sutrisno. 2017. Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten Berbahan Baku Tepung Garut, Tepung Beras, dan Maizena (Konsentrasi dan Waktu Proofing). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol 5 (2: 34-44).
- Nuraini, D. 2011. Peran Hidrokoloid dalam Industri Pangan. *Jurnal Warta IHP*. 18(1):1-2.
- Nurrahmah, S. 2018. Pengaruh Penggunaan Jenis Lemak Berbeda terhadap Kualitas *Cream Puff*. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
- Nurdihayati, Z. 2015. Pengaruh Pola Konsumsi Makanan Bebas Gluten Bebas Kasein dengan Gangguan Perilaku pada Anak Autistik. *Majority*. Vol 4 (7).
- Pareyt, B., S. M. Finnie., J. A. Putseys., and J. A. Delcour. 2011. Lipids in Bread Making: Sources, Interactions, and Impact on Bread Quality. *Journal of Cereal Science*. 266-279.
- Pratiwi, K., G. D. Artanti., dan C. Cahyana. 2019. Perbedaan Penggunaan Jenis Lemak terhadap Kualitas Chiffon Cake. *Skripsi*. Jakarta: Program Studi Pendidikan Tata Boga Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
- Purwanti, E. 2014. Egek Diuretik Ekstrak Etanol Buah dan Daun Kacang Panjang (*Vigna sinensis L.*) pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar. *Skripsi*. Purwokerto: Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Pusuma, D. A., Y. Praptiningsih, dan M. Choiron. 2018. Karakteristik Roti Tawar Kaya Serat yang Disubstitusi menggunakan Tepung Ampas Kelapa. *Jurnal Agroteknologi*. Vol 12(1):29-42.
- Pratiwi, K., G. D. Artanti., dan C. Cahyana. 2019. Perbedaan Penggunaan Jenis Lemak terhadap Kualitas *Chiffon Cake*. *Thesis*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

- Rahmah, A., F. Hamzah, dan Rahmayuni. 2017. Penggunaan Tepung Komposit dari Terigu, Pati Sagu, dan Tepung Jagung dalam Pembuatan Roti Tawar. *Jom FAPERTA*. Vol 4(1).
- Renzyaeva, T. V. 2013. On the Role of Fats in Baked Flour Goods. *Foods and Raw Materials*. Vol 1(1).
- Reputra, J. 2009. Karakterisasi Tapioka dan Penentuan Formulasi Premix sebagai Bahan Penyalut untuk produk *Fried Snack*. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Rinto., Tamrin., dan Muzuni. 2017. Pengaruh Substitusi Tepung Sagu (*Metroxylon sp.*) Terfermentasi dan Penambahan Putih Telur terhadap Penilaian Sensorik dan Nilai Gizi Mie Kering. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. Vol 2(3):631-640.
- Rosida, D. F., N. A. Putri., dan M. Oktafiani. 2020. Karakteristik Cookies Tepung Kimpul Termodifikasi (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan Penambahan Tapioka. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Vol 14(1):45-56.
- Salsabila, K., M. Ansori, dan O. Paramita. 2019. Eksperimen pembuatan *free gluten* berbahan dasar tepung biji kluwih dengan campuran tepung beras. *Teknobuga*. Vol 7 (1).
- Saputri, I. 2014. Pengaruh Penambahan Pegagan (*Centella asiatica*) dengan Berbagai Konsentrasi terhadap Sifat Fisiko-Kimia Cookies Sagu Antioksidan. *Skripsi*. Bogor: Departemen Gizi Masyarakat Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor.
- Sari, S., A. Sakinah., dan R. Fadilah. 2019. Substitusi Tepung Jagung Termodifikasi dari Kultur Campuran *Lactobacillus fabifermentans* dan *Aspergillus sp.* yang Dilanjutkan dengan Prigelatinisasi terhadap Kualitas Roti Tawar. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar.
- Sarofah, U., R. A. Anngreini., dan L. Arditagarini. 2019. Pengaruh Tingkat Substitusi Tepung Sorgum Termodifikasi pada Tepung Terigu dan Penambahan Gliserol Monostearat terhadap Kualitas Roti Tawar. *Jurnal Teknologi Pangan*. Vol 13(2).
- Setiarto, R. H. B dan N. Widyastuti. 2016. Pengaruh Fermentasi Fungi, Bakteri Asam Laktat dan Khamir terhadap Kualitas Nutrisi Tepung Sorgum. *Agritech*. Vol 36(4).
- Setyaningsih, D. A., Apriyanto., dan P. M. Sari. 2010. *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Setyowati, M. T. 2002. Sifat Fisik, Kimia dan Palabilitas Nugget Kelinci, Sapi, dan Ayam yang Menggunakan Berbagai Tingkat Konsentrasi Tepung Maizena. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor Fakultas Peternakan.
- Sintia, N. A. 2018. Pengaruh Substitusi Tepung Beras Merah dan Proporsi Lemak (Margarin dan Mentega) terhadap Mutu Organoleptik Rich Biscuit. *E-journal Boga, Penggalan Judul Artikel Jurnal*.
- Smith, P. R dan J. Johansson. 2004. *Influences of the Proportion of Solid Fat in a Shortening on Loaf Volume and Stalling of Bread. Journal of Food Processing and Preservation*. Vol 28:359-367.
- Standart Nasional Indonesia 01-3840-1995 Syarat Mutu Roti Tawar.
- Suarni dan I. U. Firmansyah. 2012. Potensi Sorgum sebagai Bahan Substitusi Beras dan Terigu dalam Diversifikasi Pangan. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. Inovasi Teknologi Mendukung Swasembada Pangan dan Diversifikasi Pangan. Balitsereal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Suarni dan H. Subagio. 2013. Prospek Pengembangan Jagung dan Sorgum sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol 32(3):47-55.
- Surono, D. I., E. J. N. Nurali., dan J. S. C. Moningka. 2017. Kualitas Fisik dan Sensori Roti Tawar Bebas Gluten Bebas Kasein Berbahan Dasar Tepung Komposit Pisang Goroho (*Musa acuminata L*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 1(1):1-12.
- Sutrisno. 2009. *Teknologi pengolahan pangan*. Ebook Pangan.
- Syarbini, H. M. 2014. *Panduan Meningkatkan Keterampilan dan Bekal menjadi Pengusaha Cake*. Solo: Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Wahyudi. 2003. *Memproduksi Roti*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Wijayanti. 2007. Substitusi Tepung Gandum (*Triticum aestivum*) dengan Tepung Garut (*Maranta arundinaceae L.*) pada Pembuatan Roti Tawar. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Umum.
- Winsulangi, F. A. A. 2019. Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten dari Tepung Beras Merah dan Tepung Tapioka (Kajian Proporsi Tepung dan Pengaruh Proporsi Telur yang Berbeda). *Skripsi*. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.

Wulandari, E., dan E. Lembong. 2016. Karakteristik Roti Komposit Ubi Jalar Ungu dengan Penambahan α -Amilase dan Glukoamilase. *Jurnal Penelitian Pangan*. Vol 1(1).

Yunieta, M. 2018. Penggunaan Pasta Ubi Kayu (*Manihot esculanta Crantz*) sebagai Bahan Baku Pembuatan Cake (Kajian Teknik Pembuatan Cake dan Jenis Lemak). *Skripsi*. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.

Zainuddin, A. 2016. Analisis Gelatinisasi Tepung Maizena pada Pembuatan Pasta Fettuccine. *Jurnal Agropolitan*. Vol 3 (3).



LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian Warna L* (*Lightness*) Roti Tawar Bebas Gluten

a. Data pengamatan dan perhitungan

| Perlakuan | U1 | U2 | U3 | Rata-rata | S.D |
|-----------|-------|-------|-------|-----------|------|
| Kontrol + | 68.80 | 68.67 | 68.53 | 68.67 | 0.14 |
| Kontrol - | 59.40 | 59.90 | 60.07 | 59.79 | 0.35 |
| L1K1 | 59.97 | 60.63 | 60.03 | 60.21 | 0.36 |
| L1K2 | 58.23 | 58.53 | 58.67 | 58.48 | 0.22 |
| L1K3 | 56.77 | 57.30 | 56.43 | 56.83 | 0.44 |
| L2K1 | 62.27 | 62.30 | 62.37 | 62.31 | 0.05 |
| L2K2 | 61.33 | 61.77 | 61.60 | 61.57 | 0.22 |
| L2K3 | 58.73 | 58.57 | 58.57 | 58.62 | 0.09 |
| L3K1 | 65.27 | 65.43 | 65.67 | 65.46 | 0.20 |
| L3K2 | 60.63 | 60.60 | 60.73 | 60.65 | 0.07 |
| L3K3 | 57.77 | 57.73 | 57.57 | 57.69 | 0.11 |

b. Data uji ANOVA dengan SPSS 16

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 369.772 ^a | 12 | 30.814 | 597.089 | .000 |
| Intercept | 120928.097 | 1 | 120928.097 | 2.343E6 | .000 |
| Jenis_Lemak | .000 | 0 | . | . | . |
| Konsentrasi_Lemak | .000 | 0 | . | . | . |
| Total | 122900.425 | 33 | | | |
| Corrected Total | 370.804 | 32 | | | |

c. Data Hasil Duncan

| Perlakuan | N | Subset | | | | | | | | | | Notasi |
|-----------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| Kontrol + | 3 | | | | | | | | | | 68.6667 | j |
| Kontrol - | 3 | | | | 59.7900 | | | | | | | d |
| L1K1 | 3 | | | | | 60.2100 | | | | | | e |
| L1K2 | 3 | | | 58.4767 | | | | | | | | c |
| L1K3 | 3 | 56.8333 | | | | | | | | | | a |
| L2K1 | 3 | | | | | | | | 62.3133 | | | h |
| L2K2 | 3 | | | | | | | 61.5667 | | | | g |
| L2K3 | 3 | | | 58.6233 | | | | | | | | c |
| L3K1 | 3 | | | | | | | | | 65.4567 | | i |
| L3K2 | 3 | | | | | | 60.6533 | | | | | f |
| L3K3 | 3 | | 57.6900 | | | | | | | | | b |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | .428 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |

Lampiran 2. Pengujian Tekstur Roti Tawar Bebas Gluten

a. Data pengamatan dan perhitungan

| Perlakuan | U1 | U2 | U3 | Rata-rata | S.D |
|-----------|---------|---------|---------|-----------|------|
| Kontrol + | 155.95 | 154.45 | 154.67 | 155.02 | 0.81 |
| Kontrol - | 1491.65 | 1490.80 | 1492.67 | 1491.71 | 0.94 |
| L1K1 | 1054.45 | 1054.95 | 1055.90 | 1055.10 | 0.74 |
| L1K2 | 822.97 | 822.65 | 823.93 | 823.18 | 0.67 |
| L1K3 | 457.75 | 458.40 | 458.10 | 458.08 | 0.33 |
| L2K1 | 778.65 | 780.30 | 779.95 | 779.63 | 0.87 |
| L2K2 | 985.40 | 987.30 | 986.50 | 986.40 | 0.95 |
| L2K3 | 1199.40 | 1198.25 | 1198.90 | 1198.85 | 0.58 |
| L3K1 | 566.30 | 567.85 | 566.50 | 566.88 | 0.84 |
| L3K2 | 460.10 | 461.00 | 461.35 | 460.82 | 0.64 |
| L3K3 | 329.50 | 329.10 | 330.70 | 329.77 | 0.83 |

b. Data uji ANOVA dengan SPSS 16

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 4.918E6 ^a | 12 | 409872.156 | 7.729E5 | .000 |
| Intercept | 1.866E7 | 1 | 1.866E7 | 3.519E7 | .000 |
| Jenis_Lemak | .000 | 0 | . | . | . |
| Konsentrasi_Lemak | .000 | 0 | . | . | . |
| Total | 2.373E7 | 33 | | | |
| Corrected Total | 4918476.479 | 32 | | | |

c. Data hasil Duncan

| Perlakuan | N | Subset | | | | | | | | | | | Notasi | |
|-----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | |
| Kontrol + | 3 | 1.5502 | | | | | | | | | | | | a |
| Kontrol - | 3 | | | | | | | | | | | 1.4917 | | k |
| L1K1 | 3 | | | | | | | | | 1.0551 | | | | i |
| L1K2 | 3 | | | | | | | 8.2318 | | | | | | g |
| L1K3 | 3 | | | 4.5808 | | | | | | | | | | c |
| L2K1 | 3 | | | | | | 7.7963 | | | | | | | f |
| L2K2 | 3 | | | | | | | | 9.8640 | | | | | h |
| L2K3 | 3 | | | | | | | | | | 1.1989 | | | j |
| L3K1 | 3 | | | | | 5.6688 | | | | | | | | e |
| L3K2 | 3 | | | | 4.6082 | | | | | | | | | d |
| L3K3 | 3 | | 2.2977 | | | | | | | | | | | b |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |

Lampiran 3. Pengujian Volume Pengembangan Roti Tawar Bebas Gluten

a. Data pengamatan dan perhitungan

| Perlakuan | U1 | U2 | U3 | Rata-rata | S.D |
|-----------|-------|-------|-------|-----------|------|
| Kontrol + | 74.12 | 76.05 | 75.46 | 75.21 | 0.99 |
| Kontrol - | 45.90 | 44.44 | 46.15 | 45.50 | 0.92 |
| L1K1 | 46.77 | 48.39 | 48.33 | 47.83 | 0.92 |
| L1K2 | 49.15 | 47.54 | 48.33 | 48.34 | 0.81 |
| L1K3 | 48.33 | 50.00 | 49.18 | 49.17 | 0.84 |
| L2K1 | 45.00 | 44.07 | 43.33 | 44.13 | 0.84 |
| L2K2 | 45.16 | 46.67 | 45.45 | 45.76 | 0.80 |
| L2K3 | 46.77 | 48.33 | 47.37 | 47.49 | 0.79 |
| L3K1 | 25.00 | 23.81 | 23.08 | 23.96 | 0.97 |
| L3K2 | 41.18 | 40.38 | 39.62 | 40.39 | 0.78 |
| L3K3 | 44.83 | 42.86 | 43.64 | 43.78 | 0.99 |

b. Data uji ANOVA dengan SPSS 16

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 4192.240 ^a | 12 | 349.353 | 419.315 | .000 |
| Intercept | 72777.293 | 1 | 72777.293 | 8.735E4 | .000 |
| Jenis_Lemak | .000 | 0 | . | . | . |
| Konsentrasi_Lemak | .000 | 0 | . | . | . |
| Total | 75580.824 | 33 | | | |
| Corrected Total | 4208.903 | 32 | | | |

c. Data hasil Duncan

| Perlakuan | N | Subset | | | | | | Notasi |
|-----------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Kontrol + | 3 | | | | | | 75.2100 | f |
| Kontrol - | 3 | | | | 45.4967 | | | d |
| L1K1 | 3 | | | | | 47.8300 | | e |
| L1K2 | 3 | | | | | 48.3400 | | e |
| L1K3 | 3 | | | | | 49.1700 | | e |
| L2K1 | 3 | | | 44.1333 | 44.1333 | | | cd |
| L2K2 | 3 | | | | 45.7600 | | | d |
| L2K3 | 3 | | | | | 47.4900 | | e |
| L3K1 | 3 | 23.9633 | | | | | | a |
| L3K2 | 3 | | 40.3933 | | | | | b |
| L3K3 | 3 | | | 43.7767 | | | | c |

Lampiran 4. Pengujian Porositas Pori Roti Tawar Bebas Gluten

a. Data pengamatan dan perhitungan

| Perlakuan | Ulangan ke- | | | Rata-rata | S.D |
|-----------|-------------|------|------|-----------|------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| Kontrol + | 4.08 | 4.07 | 4.07 | 4.07 | 0.01 |
| Kontrol - | 2.3 | 2.25 | 2.29 | 2.28 | 0.03 |
| L1K1 | 3.5 | 2.67 | 3.12 | 3.10 | 0.42 |
| L1K2 | 2.67 | 2.83 | 2.92 | 2.81 | 0.13 |
| L1K3 | 3.25 | 2.83 | 3.17 | 3.08 | 0.22 |
| L2K1 | 2.75 | 1.92 | 2.92 | 2.53 | 0.54 |
| L2K2 | 2.08 | 3.08 | 2.5 | 2.55 | 0.50 |
| L2K3 | 3.42 | 3.58 | 3.42 | 3.47 | 0.09 |
| L3K1 | 2.17 | 1.92 | 2.08 | 2.06 | 0.13 |
| L3K2 | 2.5 | 1.67 | 2.25 | 2.14 | 0.43 |
| L3K3 | 3.58 | 2.08 | 2.25 | 2.64 | 0.82 |

b. Data uji ANOVA dengan SPSS 16

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 11.520 ^a | 12 | .960 | 6.903 | .000 |
| Intercept | 257.039 | 1 | 257.039 | 1.848E3 | .000 |
| Jenis_Lemak | .000 | 0 | . | . | . |
| Konsentrasi_Lemak | .000 | 0 | . | . | . |
| Total | 271.846 | 33 | | | |
| Corrected Total | 14.301 | 32 | | | |

c. Data hasil Duncan

| Perlakuan | N | Subset | | | | | Notasi |
|-----------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Kontrol + | 3 | | | | | 4.0733 | e |
| Kontrol - | 3 | 2.2800 | 2.2800 | | | | ab |
| L1K1 | 3 | | | 3.0967 | 3.0967 | | cd |
| L1K2 | 3 | | 2.8067 | 2.8067 | 2.8067 | | bcd |
| L1K3 | 3 | | | 3.0833 | 3.0833 | | cd |
| L2K1 | 3 | 2.5300 | 2.5300 | 2.5300 | | | abc |
| L2K2 | 3 | 2.5533 | 2.5533 | 2.5533 | | | abc |
| L2K3 | 3 | | | | 3.4733 | 3.4733 | de |
| L3K1 | 3 | 2.0567 | | | | | a |
| L3K2 | 3 | 2.1400 | 2.1400 | | | | ab |
| L3K3 | 3 | 2.6367 | 2.6367 | 2.6367 | | | abc |

Lampiran 5. Pengujian Kadar Air Roti Tawar Bebas Gluten

| Perlakuan | W0 | W1 | W2 | Hasil | Rata-rata | S.D |
|----------------------|------|------|------|-------|-----------|-----|
| Kontrol + | 11.4 | 13.4 | 12.6 | 39.3 | 39.3 | 0.2 |
| | 10 | 12 | 11.2 | 39.6 | | |
| | 10 | 12 | 11.2 | 39.1 | | |
| Kontrol - | 18.1 | 20.1 | 19.4 | 35.3 | 35.3 | 0.6 |
| | 18.1 | 20.1 | 19.4 | 35.8 | | |
| | 11.6 | 13.6 | 12.9 | 34.7 | | |
| Minyak goreng 15% | 10.8 | 13 | 12.3 | 33.2 | 33 | 0.3 |
| | 11.3 | 13.4 | 12.7 | 33 | | |
| | 10.3 | 12.4 | 11.7 | 32.7 | | |

Lampiran 6. Pengujian Kadar Abu Roti Tawar Bebas Gluten

| Perlakuan | W0 | W1 | W2 | Hasil | Rata-rata | S.D |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|
| Kontrol + | 26.35 | 28.40 | 26.37 | 0.95 | 0.94 | 0.01 |
| | 26.35 | 28.40 | 26.37 | 0.93 | | |
| | 12.15 | 14.17 | 12.17 | 0.95 | | |
| Kontrol - | 17.11 | 19.15 | 17.12 | 0.91 | 0.90 | 0.01 |
| | 17.11 | 19.15 | 17.12 | 0.90 | | |
| | 15.99 | 17.99 | 16.01 | 0.91 | | |
| Minyak goreng 15% | 14.54 | 16.55 | 14.55 | 0.87 | 0.86 | 0.02 |
| | 15.39 | 17.41 | 15.41 | 0.84 | | |
| | 12.38 | 14.38 | 12.40 | 0.88 | | |

Lampiran 7. Pengujian Kadar Lemak Roti Tawar Bebas Gluten

| Perlakuan | A | B | C | D | Hasil | Rata-rata | S.D |
|----------------------|-------|------|------|-------|-------|-----------|------|
| Kontrol + | 34.97 | 0.72 | 2.73 | 35.00 | 1.30 | 1.29 | 0.01 |
| | 43.70 | 0.72 | 2.73 | 43.72 | 1.27 | | |
| | 43.70 | 0.72 | 2.73 | 43.72 | 1.30 | | |
| Kontrol - | 34.94 | 0.84 | 2.85 | 34.97 | 1.40 | 1.34 | 0.08 |
| | 34.94 | 0.84 | 2.85 | 34.96 | 1.36 | | |
| | 31.84 | 0.71 | 2.76 | 31.87 | 1.25 | | |
| Minyak goreng 15% | 29.43 | 0.74 | 2.81 | 29.71 | 13.62 | 14.48 | 0.83 |
| | 34.79 | 0.66 | 2.67 | 35.09 | 14.57 | | |
| | 31.03 | 0.73 | 2.74 | 31.34 | 15.26 | | |

Lampiran 8. Pengujian Kadar Protein Roti Tawar Bebas Gluten

| Perlakuan | % N | % Protein | S.D |
|-------------------|------|-----------|------|
| Kontrol + | 1.29 | 8.05 | 0.11 |
| | 1.25 | 7.83 | |
| | 1.28 | 7.97 | |
| Kontrol - | 0.48 | 3.02 | 0.18 |
| | 0.43 | 2.68 | |
| | 0.47 | 2.96 | |
| Minyak goreng 15% | 0.40 | 2.49 | 0.10 |
| | 0.37 | 2.30 | |
| | 0.38 | 2.36 | |

Lampiran 9. Pengujian Kadar Karbohidrat Roti Tawar Bebas Gluten

| Perlakuan | Kadar Air | Kadar Abu | Kadar Lemak | Kadar Protein | Hasil | Rata-rata | S.D |
|-------------------|-----------|-----------|-------------|---------------|-------|-----------|-----|
| Kontrol + | 39.3 | 0.95 | 1.30 | 8.05 | 50.4 | 50.5 | 0.2 |
| | 39.6 | 0.93 | 1.27 | 7.83 | 50.4 | | |
| | 39.1 | 0.95 | 1.30 | 7.97 | 50.7 | | |
| Kontrol - | 35.3 | 0.91 | 1.40 | 3.02 | 59.3 | 59.6 | 0.5 |
| | 35.8 | 0.90 | 1.36 | 2.68 | 59.2 | | |
| | 34.7 | 0.91 | 1.25 | 2.96 | 60.2 | | |
| Minyak goreng 15% | 33.2 | 0.87 | 13.62 | 2.49 | 49.8 | 49.3 | 0.5 |
| | 33.0 | 0.84 | 14.57 | 2.30 | 49.3 | | |
| | 32.7 | 0.88 | 15.26 | 2.36 | 48.8 | | |

Lampiran 10. Pengujian Organoleptik Roti Tawar Bebas Gluten

Lampiran 10.1 Hasil pengujian uji hedonik warna

a. Data pengamatan tingkat kesukaan pada warna

| Perlakuan | Parameter | | | | |
|-----------|-------------------|-------------|-----------|------|-------------|
| | Sangat tidak suka | Kurang suka | Agak suka | Suka | Sangat suka |
| Kontrol + | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Kontrol - | 12 | 28 | 52 | 4 | 4 |
| L1K1 | 0 | 36 | 44 | 12 | 8 |
| L1K2 | 0 | 28 | 28 | 44 | 0 |
| L1K3 | 0 | 0 | 44 | 48 | 8 |
| L2K1 | 32 | 20 | 20 | 28 | 0 |
| L2K2 | 8 | 16 | 56 | 20 | 0 |
| L2K3 | 24 | 52 | 20 | 4 | 0 |
| L3K1 | 0 | 28 | 36 | 20 | 16 |
| L3K2 | 4 | 24 | 48 | 24 | 0 |
| L3K3 | 0 | 24 | 64 | 12 | 0 |

b. Pengujian Chi-square

| Penilaian Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|------------------------|----------------------|------|----------------|-------|-----------|----|------|-------|-------------|------|
| | fo | fe | fo | fe | fo | fe | fo | fe | fo | fe |
| Kontrol + | 0 | 7.56 | 0 | 25.33 | 0 | 40 | 0 | 23.56 | 100 | 3.56 |
| Kontrol - | 12 | 7.56 | 28 | 25.33 | 52 | 40 | 4 | 23.56 | 4 | 3.56 |
| L1K1 | 0 | 7.56 | 36 | 25.33 | 44 | 40 | 12 | 23.56 | 8 | 3.56 |
| L1K2 | 0 | 7.56 | 28 | 25.33 | 28 | 40 | 44 | 23.56 | 0 | 3.56 |
| L1K3 | 0 | 7.56 | 0 | 25.33 | 44 | 40 | 48 | 23.56 | 8 | 3.56 |
| L2K1 | 32 | 7.56 | 20 | 25.33 | 20 | 40 | 28 | 23.56 | 0 | 3.56 |
| L2K2 | 8 | 7.56 | 16 | 25.33 | 56 | 40 | 20 | 23.56 | 0 | 3.56 |
| L2K3 | 24 | 7.56 | 52 | 25.33 | 20 | 40 | 4 | 23.56 | 0 | 3.56 |
| L3K1 | 0 | 7.56 | 28 | 25.33 | 36 | 40 | 20 | 23.56 | 16 | 3.56 |
| L3K2 | 4 | 7.56 | 24 | 25.33 | 48 | 40 | 24 | 23.56 | 0 | 3.56 |
| L3K3 | 0 | 7.56 | 24 | 25.33 | 64 | 40 | 12 | 23.56 | 0 | 3.56 |

- Perhitungan X^2 tabel

$$df = (n - 1)(k - 1)$$

n = jumlah baris

$$df = (11 - 1)(5 - 1)$$

k = jumlah kolom

$$df = (10)(4)$$

$$df = 40$$

Pada table X^2 , nilai $\alpha = 0,05$ dan $df = 40$ adalah **55,75**

- Perhitungan X^2 hitung

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

fo = nilai frekuensi hasil observasi

fe = frekuensi yang diharapkan

$$fe = \frac{(\text{jumlah sebaris} \times \text{jumlah sekolom})}{\text{jumlah data}}$$

- Penentuan signifikansi data

$X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$ = adanya pengaruh nyata antar dua variabel

$X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ = tidak adanya pengaruh nyata antar dua variabel

c. Perhitungan X^2 hitung

| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ |
| Kontrol + | 57.09 | 7.56 | 641.78 | 25.33 | 1600 | 40 | 554.86 | 23.56 | 9301.53 | 2616.06 |
| Kontrol - | 19.75 | 2.61 | 7.11 | 0.28 | 144 | 3.6 | 16.23 | 16.23 | 0.20 | 0.06 |
| L1K1 | 57.09 | 7.56 | 113.78 | 4.49 | 16 | 0.4 | 5.67 | 5.67 | 19.75 | 5.56 |
| L1K2 | 57.09 | 7.56 | 7.11 | 0.28 | 144 | 3.6 | 417.98 | 17.74 | 12.64 | 3.56 |
| L1K3 | 57.09 | 7.56 | 641.78 | 25.33 | 16 | 16 | 597.53 | 25.37 | 19.75 | 5.56 |
| L2K1 | 597.53 | 79.08 | 28.44 | 1.12 | 400 | 400.00 | 19.75 | 0.84 | 12.64 | 3.56 |
| L2K2 | 0.20 | 0.03 | 87.11 | 3.44 | 256 | 256.00 | 12.64 | 0.54 | 12.64 | 3.56 |
| L2K3 | 270.42 | 35.79 | 711.11 | 28.07 | 400 | 400.00 | 382.42 | 16.23 | 12.64 | 3.56 |
| L3K1 | 57.09 | 7.56 | 7.11 | 0.28 | 16 | 16.00 | 12.64 | 0.54 | 154.86 | 43.56 |
| L3K2 | 12.64 | 1.67 | 2 | 0.07 | 64.00 | 64.00 | 0.20 | 0.01 | 12.64 | 3.56 |
| L3K3 | 57.09 | 7.56 | 2 | 0.07 | 576.00 | 576.00 | 133.53 | 5.67 | 12.64 | 3.56 |

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe} = 3148,60$$

X^2 hitung (3148,60) > X^2 tabel (55,75), adanya pengaruh yang nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap warna roti tawar bebas gluten ditambah berbagai jenis dan konsentrasi bahan lemak nabati.

Lampiran 10.2 Hasil pengujian uji hedonik aroma

a. Data pengamatan tingkat kesukaan pada aroma

| Perlakuan | Parameter | | | | |
|-----------|-------------------|-------------|-----------|------|-------------|
| | Sangat tidak suka | Kurang suka | Agak suka | Suka | Sangat suka |
| Kontrol + | 0 | 0 | 0 | 16 | 84 |
| Kontrol - | 4 | 20 | 60 | 12 | 4 |
| L1K1 | 0 | 20 | 64 | 12 | 4 |
| L1K2 | 20 | 24 | 56 | 0 | 0 |
| L1K3 | 4 | 44 | 36 | 16 | 0 |
| L2K1 | 4 | 44 | 40 | 12 | 0 |
| L2K2 | 0 | 72 | 28 | 0 | 0 |
| L2K3 | 0 | 24 | 68 | 8 | 0 |
| L3K1 | 8 | 28 | 52 | 12 | 0 |
| L3K2 | 8 | 32 | 40 | 16 | 4 |
| L3K3 | 12 | 24 | 40 | 20 | 4 |

b. Pengujian Chi-square

| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|------|-------------|-------|-----------|-------|------|-------|-------------|------|
| | fo | fe | fo | fe | fo | fe | fo | fe | fo | fe |
| Kontrol + | 0 | 6.22 | 0 | 34.67 | 0 | 47.11 | 16 | 10.67 | 84 | 1.33 |
| Kontrol - | 4 | 6.22 | 20 | 34.67 | 60 | 47.11 | 12 | 10.67 | 4 | 1.33 |
| L1K1 | 0 | 6.22 | 20 | 34.67 | 64 | 47.11 | 12 | 10.67 | 4 | 1.33 |
| L1K2 | 20 | 6.22 | 24 | 34.67 | 56 | 47.11 | 0 | 10.67 | 0 | 1.33 |
| L1K3 | 4 | 6.22 | 44 | 34.67 | 36 | 47.11 | 16 | 10.67 | 0 | 1.33 |
| L2K1 | 4 | 6.22 | 44 | 34.67 | 40 | 47.11 | 12 | 10.67 | 0 | 1.33 |
| L2K2 | 0 | 6.22 | 72 | 34.67 | 28 | 47.11 | 0 | 10.67 | 0 | 1.33 |
| L2K3 | 0 | 6.22 | 24 | 34.67 | 68 | 47.11 | 8 | 10.67 | 0 | 1.33 |
| L3K1 | 8 | 6.22 | 28 | 34.67 | 52 | 47.11 | 12 | 10.67 | 0 | 1.33 |
| L3K2 | 8 | 6.22 | 32 | 34.67 | 40 | 47.11 | 16 | 10.67 | 4 | 1.33 |
| L3K3 | 12 | 6.22 | 24 | 34.67 | 40 | 47.11 | 20 | 10.67 | 4 | 1.33 |

- Perhitungan X^2 tabel

$$df = (n - 1)(k - 1) \quad n = \text{jumlah baris}$$

$$df = (11 - 1)(5 - 1) \quad k = \text{jumlah kolom}$$

$$df = (10)(4)$$

$$df = 40$$

Pada table X^2 , nilai $\alpha = 0,05$ dan $df = 40$ adalah **55,75**

- Perhitungan X^2 hitung

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

f_o = nilai frekuensi hasil observasi

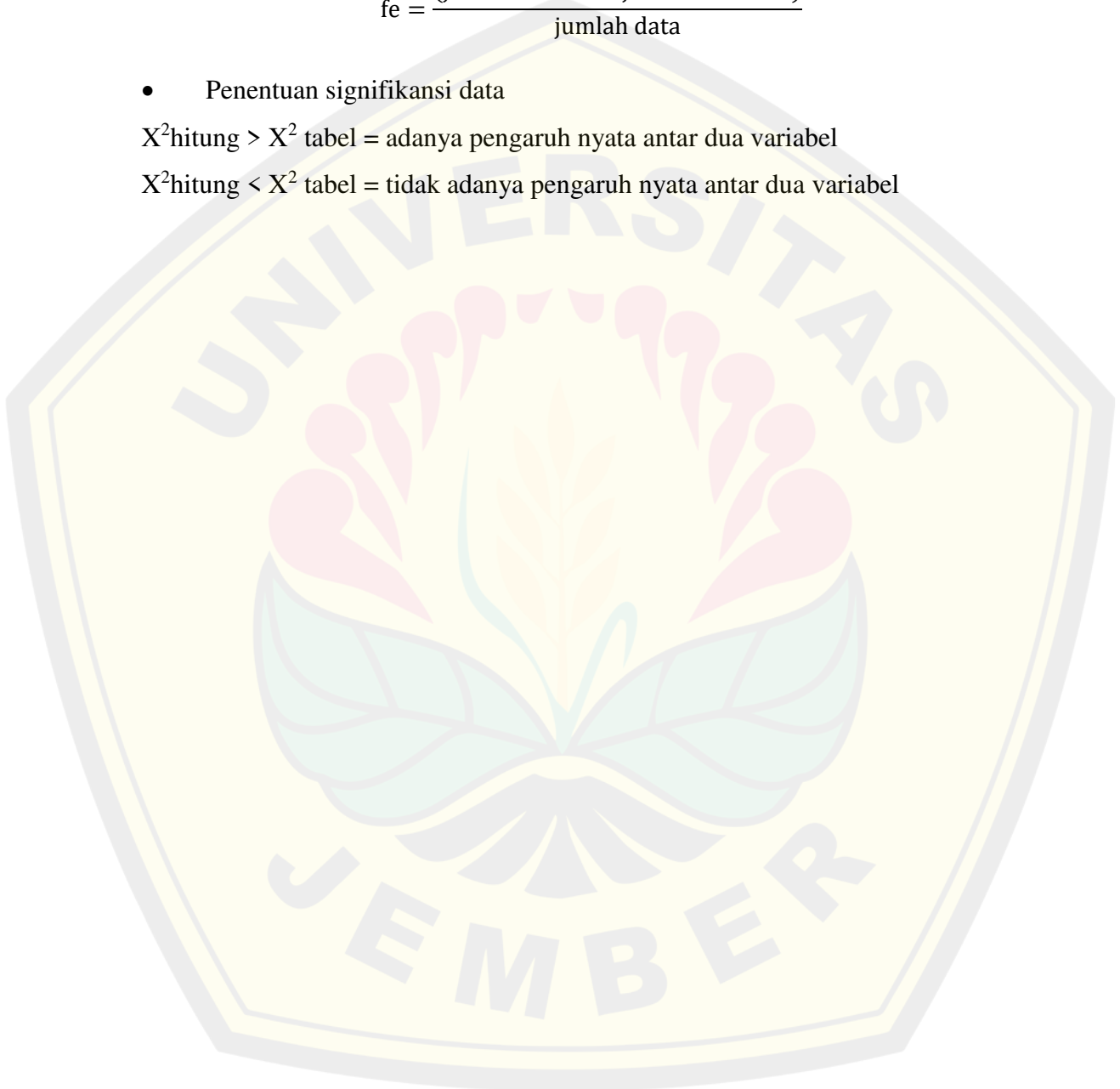
f_e = frekuensi yang diharapkan

$$f_e = \frac{(\text{jumlah sebaris} \times \text{jumlah sekolom})}{\text{jumlah data}}$$

- Penentuan signifikansi data

$X^2_{\text{hitung}} > X^2_{\text{tabel}}$ = adanya pengaruh nyata antar dua variabel

$X^2_{\text{hitung}} < X^2_{\text{tabel}}$ = tidak adanya pengaruh nyata antar dua variabel



DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

c. Perhitungan X^2 hitung

| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ |
| Kontrol + | 38.72 | 6.22 | 1201.78 | 34.67 | 2219 | 47.1111 | 28.44 | 2.67 | 6833.78 | 5125.33 |
| Kontrol - | 4.94 | 0.79 | 215.11 | 6.21 | 166 | 3.52621 | 0.17 | 0.17 | 7.11 | 5.33 |
| L1K1 | 38.72 | 6.22 | 215.11 | 6.21 | 285 | 0.4 | 0.17 | 0.17 | 7.11 | 5.33 |
| L1K2 | 189.83 | 30.51 | 113.78 | 3.28 | 79 | 1.67715 | 113.78 | 10.67 | 1.78 | 1.33 |
| L1K3 | 4.94 | 0.79 | 87.11 | 2.51 | 123 | 123 | 28.44 | 2.67 | 1.78 | 1.33 |
| L2K1 | 4.94 | 0.79 | 87.11 | 2.51 | 51 | 50.57 | 1.78 | 0.17 | 1.78 | 1.33 |
| L2K2 | 38.72 | 6.22 | 1393.78 | 40.21 | 365 | 365.23 | 113.78 | 10.67 | 1.78 | 1.33 |
| L2K3 | 38.72 | 6.22 | 113.78 | 3.28 | 436 | 436.35 | 7.11 | 0.67 | 1.78 | 1.33 |
| L3K1 | 3.16 | 0.51 | 44.44 | 1.28 | 24 | 23.90 | 1.78 | 0.17 | 1.78 | 1.33 |
| L3K2 | 3.16 | 0.51 | 7 | 0.21 | 50.57 | 50.57 | 28.44 | 2.67 | 7.11 | 5.33 |
| L3K3 | 33.38 | 5.37 | 114 | 3.28 | 50.57 | 50.57 | 87.11 | 8.17 | 7.11 | 5.33 |

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe} = 5443,03$$

X^2 hitung (5443,03) > X^2 tabel (55,75), adanya pengaruh yang nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap aroma roti tawar bebas gluten ditambah berbagai jenis dan konsentrasi bahan lemak nabati.

Lampiran 10.3 Hasil pengujian uji hedonik keseragaman pori

a. Data pengamatan tingkat kesukaan pada keseragaman pori

| Perlakuan | Parameter | | | | |
|-----------|-------------------|-------------|-----------|------|-------------|
| | Sangat tidak suka | Kurang suka | Agak suka | Suka | Sangat suka |
| Kontrol + | 0 | 0 | 0 | 40 | 60 |
| Kontrol - | 8 | 52 | 28 | 12 | 4 |
| L1K1 | 4 | 32 | 56 | 8 | 4 |
| L1K2 | 8 | 40 | 40 | 12 | 0 |
| L1K3 | 0 | 12 | 52 | 36 | 0 |
| L2K1 | 12 | 52 | 28 | 8 | 0 |
| L2K2 | 0 | 56 | 44 | 0 | 0 |
| L2K3 | 12 | 32 | 32 | 16 | 8 |
| L3K1 | 0 | 48 | 40 | 12 | 0 |
| L3K2 | 20 | 40 | 28 | 8 | 4 |
| L3K3 | 8 | 64 | 28 | 0 | 0 |

b. Pengujian chi-square

| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|------|-------------|-------|-----------|-------|------|-------|-------------|------|
| | fo | fe | fo | fe | fo | fe | fo | fe | fo | fe |
| Kontrol + | 0 | 7.11 | 0 | 41.78 | 0 | 38.67 | 40 | 11.11 | 60 | 1.33 |
| Kontrol - | 8 | 7.11 | 52 | 41.78 | 28 | 38.67 | 12 | 11.11 | 0 | 1.33 |
| L1K1 | 4 | 7.11 | 32 | 41.78 | 56 | 38.67 | 8 | 11.11 | 0 | 1.33 |
| L1K2 | 8 | 7.11 | 40 | 41.78 | 40 | 38.67 | 12 | 11.11 | 0 | 1.33 |
| L1K3 | 0 | 7.11 | 12 | 41.78 | 52 | 38.67 | 36 | 11.11 | 0 | 1.33 |
| L2K1 | 12 | 7.11 | 52 | 41.78 | 28 | 38.67 | 8 | 11.11 | 0 | 1.33 |
| L2K2 | 0 | 7.11 | 56 | 41.78 | 44 | 38.67 | 0 | 11.11 | 0 | 1.33 |
| L2K3 | 12 | 7.11 | 32 | 41.78 | 32 | 38.67 | 16 | 11.11 | 8 | 1.33 |
| L3K1 | 0 | 7.11 | 48 | 41.78 | 40 | 38.67 | 12 | 11.11 | 0 | 1.33 |
| L3K2 | 20 | 7.11 | 40 | 41.78 | 28 | 38.67 | 8 | 11.11 | 4 | 1.33 |
| L3K3 | 8 | 7.11 | 64 | 41.78 | 28 | 38.67 | 0 | 11.11 | 0 | 1.33 |

• Perhitungan X^2 tabel

$df = (n - 1)(k - 1)$ $n =$ jumlah baris

$df = (11 - 1)(5 - 1)$ $k =$ jumlah kolom

$df = (10)(4)$

$df = 40$

Pada table X^2 , nilai $\alpha = 0,05$ dan $df = 40$ adalah **55,75**

- Perhitungan X^2 hitung

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

f_o = nilai frekuensi hasil observasi

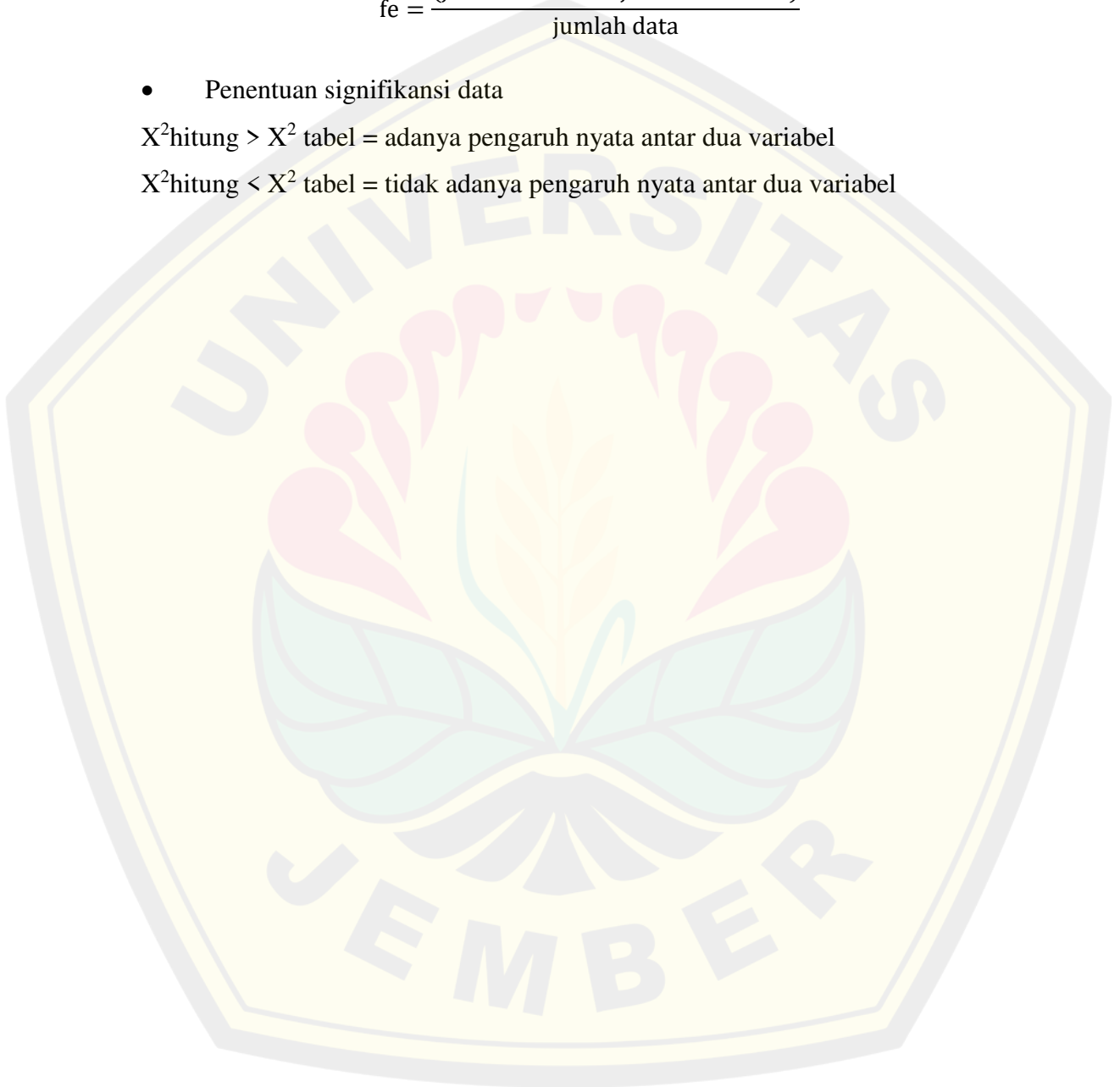
f_e = frekuensi yang diharapkan

$$f_e = \frac{(\text{jumlah sebaris} \times \text{jumlah sekolom})}{\text{jumlah data}}$$

- Penentuan signifikansi data

$X^2_{\text{hitung}} > X^2_{\text{tabel}}$ = adanya pengaruh nyata antar dua variabel

$X^2_{\text{hitung}} < X^2_{\text{tabel}}$ = tidak adanya pengaruh nyata antar dua variabel



c. Perhitungan X^2 hitung

| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ |
| Kontrol + | 50.57 | 7.11 | 1745.38 | 41.78 | 1495 | 38.6667 | 834.57 | 75.11 | 3441.78 | 2581.33 |
| Kontrol - | 0.79 | 0.11 | 104.49 | 2.50 | 114 | 2.94253 | 0.07 | 0.07 | 1.78 | 1.33 |
| L1K1 | 9.68 | 1.36 | 95.60 | 2.29 | 300 | 0.4 | 0.87 | 0.87 | 1.78 | 1.33 |
| L1K2 | 0.79 | 0.11 | 3.16 | 0.08 | 2 | 0.04598 | 0.79 | 0.07 | 1.78 | 1.33 |
| L1K3 | 50.57 | 7.11 | 886.72 | 21.22 | 178 | 178 | 619.46 | 55.75 | 1.78 | 1.33 |
| L2K1 | 23.90 | 3.36 | 104.49 | 2.50 | 114 | 113.78 | 9.68 | 0.87 | 1.78 | 1.33 |
| L2K2 | 50.57 | 7.11 | 202.27 | 4.84 | 28 | 28.44 | 123.46 | 11.11 | 1.78 | 1.33 |
| L2K3 | 23.90 | 3.36 | 95.60 | 2.29 | 44 | 44.44 | 23.90 | 2.15 | 44.44 | 33.33 |
| L3K1 | 50.57 | 7.11 | 38.72 | 0.93 | 2 | 1.78 | 0.79 | 0.07 | 1.78 | 1.33 |
| L3K2 | 166.12 | 23.36 | 3 | 0.08 | 113.78 | 113.78 | 9.68 | 0.87 | 7.11 | 5.33 |
| L3K3 | 0.79 | 0.11 | 494 | 11.82 | 113.78 | 113.78 | 123.46 | 11.11 | 1.78 | 1.33 |

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe} = 3004,05$$

X^2 hitung (3004,05) > X^2 tabel (55,75), adanya pengaruh yang nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap keseragaman pori roti tawar bebas gluten ditambah berbagai jenis dan konsentrasi bahan lemak nabati.

Lampiran 10.4 Hasil pengujian uji hedonik tekstur

a. Data pengamatan tingkat kesukaan pada hedonik tekstur

| Perlakuan | Parameter | | | | |
|-----------|-------------------|-------------|-----------|------|-------------|
| | Sangat tidak suka | Kurang suka | Agak suka | Suka | Sangat suka |
| Kontrol + | 0 | 0 | 8 | 24 | 68 |
| Kontrol - | 20 | 40 | 40 | 0 | 0 |
| L1K1 | 20 | 44 | 36 | 0 | 0 |
| L1K2 | 0 | 72 | 28 | 0 | 0 |
| L1K3 | 8 | 64 | 28 | 0 | 0 |
| L2K1 | 12 | 36 | 44 | 8 | 0 |
| L2K2 | 0 | 32 | 28 | 24 | 12 |
| L2K3 | 4 | 48 | 48 | 0 | 0 |
| L3K1 | 4 | 60 | 28 | 8 | 0 |
| L3K2 | 0 | 0 | 60 | 32 | 8 |
| L3K3 | 0 | 0 | 32 | 56 | 0 |

b. Pengujian chi-square

| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|------|-------------|-------|-----------|-------|------|-------|-------------|------|
| | fo | fe | fo | fe | fo | fe | fo | fe | fo | fe |
| Kontrol + | 0 | 5.33 | 0 | 39.56 | 8 | 36.89 | 24 | 14.22 | 68 | 2.22 |
| Kontrol - | 20 | 5.33 | 40 | 39.56 | 40 | 36.89 | 0 | 14.22 | 0 | 2.22 |
| L1K1 | 20 | 5.33 | 44 | 39.56 | 36 | 36.89 | 0 | 14.22 | 0 | 2.22 |
| L1K2 | 0 | 5.33 | 72 | 39.56 | 28 | 36.89 | 0 | 14.22 | 0 | 2.22 |
| L1K3 | 8 | 5.33 | 64 | 39.56 | 28 | 36.89 | 0 | 14.22 | 0 | 2.22 |
| L2K1 | 12 | 5.33 | 36 | 39.56 | 44 | 36.89 | 8 | 14.22 | 0 | 2.22 |
| L2K2 | 0 | 5.33 | 32 | 39.56 | 28 | 36.89 | 24 | 14.22 | 12 | 2.22 |
| L2K3 | 4 | 5.33 | 48 | 39.56 | 48 | 36.89 | 0 | 14.22 | 0 | 2.22 |
| L3K1 | 4 | 5.33 | 60 | 39.56 | 28 | 36.89 | 8 | 14.22 | 0 | 2.22 |
| L3K2 | 0 | 5.33 | 0 | 39.56 | 60 | 36.89 | 32 | 14.22 | 8 | 2.22 |
| L3K3 | 0 | 5.33 | 0 | 39.56 | 32 | 36.89 | 56 | 14.22 | 0 | 2.22 |

- Perhitungan X^2 tabel

$$df = (n - 1)(k - 1)$$

n = jumlah baris

$$df = (11 - 1)(5 - 1)$$

k = jumlah kolom

$$df = (10)(4)$$

$$df = 40$$

Pada table X^2 , nilai $\alpha = 0,05$ dan $df = 40$ adalah **55,75**

- Perhitungan X^2 hitung

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

f_o = nilai frekuensi hasil observasi

f_e = frekuensi yang diharapkan

$$f_e = \frac{\text{(jumlah sebaris x jumlah sekolom)}}{\text{jumlah data}}$$

- Penentuan signifikansi data

$X^2_{\text{hitung}} > X^2_{\text{tabel}}$ = adanya pengaruh nyata antar dua variabel

$X^2_{\text{hitung}} < X^2_{\text{tabel}}$ = tidak adanya pengaruh nyata antar dua variabel

- c. Perhitungan X^2 hitung

| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | $(f_o - f_e)^2$ | $(f_o - f_e)^2 / f_e$ | $(f_o - f_e)^2$ | $(f_o - f_e)^2 / f_e$ | $(f_o - f_e)^2$ | $(f_o - f_e)^2 / f_e$ | $(f_o - f_e)^2$ | $(f_o - f_e)^2 / f_e$ | $(f_o - f_e)^2$ | $(f_o - f_e)^2 / f_e$ |
| Kontrol + | 28.44 | 5.33 | 1564.64 | 39.56 | 835 | 22.6238 | 95.60 | 6.72 | 4326.72 | 1947.02 |
| Kontrol - | 215.11 | 40.33 | 0.20 | 0.00 | 10 | 0.26238 | 14.22 | 14.22 | 4.94 | 2.22 |
| L1K1 | 215.11 | 40.33 | 19.75 | 0.50 | 1 | 0.4 | 14.22 | 14.22 | 4.94 | 2.22 |
| L1K2 | 28.44 | 5.33 | 1052.64 | 26.61 | 79 | 2.1419 | 202.27 | 14.22 | 4.94 | 2.22 |
| L1K3 | 7.11 | 1.33 | 597.53 | 15.11 | 79 | 79 | 202.27 | 14.22 | 4.94 | 2.22 |
| L2K1 | 44.44 | 8.33 | 12.64 | 0.32 | 51 | 50.57 | 38.72 | 2.72 | 4.94 | 2.22 |
| L2K2 | 28.44 | 5.33 | 57.09 | 1.44 | 79 | 79.01 | 95.60 | 6.72 | 95.60 | 43.02 |
| L2K3 | 1.78 | 0.33 | 71.31 | 1.80 | 123 | 123.46 | 202.27 | 14.22 | 4.94 | 2.22 |
| L3K1 | 1.78 | 0.33 | 417.98 | 10.57 | 79 | 79.01 | 38.72 | 2.72 | 4.94 | 2.22 |
| L3K2 | 28.44 | 5.33 | 1565 | 39.56 | 534.12 | 534.12 | 316.05 | 22.22 | 33.38 | 15.02 |
| L3K3 | 28.44 | 5.33 | 1565 | 39.56 | 23.90 | 23.90 | 1745.38 | 122.72 | 4.94 | 2.22 |

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} = 2601,80$$

X^2 hitung (2601,80) > X^2 tabel (55,75), adanya pengaruh yang nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur roti tawar bebas gluten ditambah berbagai jenis dan konsentrasi bahan lemak nabati.

Lampiran 10.5 Hasil pengujian uji hedonik rasa

a. Data pengamatan tingkat kesukaan pada hedonik rasa

| Perlakuan | Parameter | | | | |
|-----------|-------------------|-------------|-----------|------|-------------|
| | Sangat tidak suka | Kurang suka | Agak suka | Suka | Sangat suka |
| Kontrol + | 0 | 0 | 16 | 36 | 48 |
| Kontrol - | 12 | 56 | 32 | 0 | 0 |
| L1K1 | 20 | 32 | 40 | 8 | 0 |
| L1K2 | 8 | 32 | 52 | 8 | 0 |
| L1K3 | 4 | 32 | 44 | 12 | 8 |
| L2K1 | 28 | 44 | 20 | 8 | 0 |
| L2K2 | 12 | 52 | 36 | 0 | 0 |
| L2K3 | 8 | 48 | 36 | 4 | 4 |
| L3K1 | 0 | 28 | 72 | 0 | 0 |
| L3K2 | 4 | 44 | 48 | 4 | 0 |
| L3K3 | 0 | 12 | 56 | 32 | 0 |

b. Pengujian chi-square

| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------------|-------|
| | f_o | f_e | f_o | f_e | f_o | f_e | f_o | f_e | f_o | f_e |
| Kontrol + | 0 | 9.33 | 0 | 36 | 16 | 44.89 | 36 | 8.44 | 48 | 1.33 |
| Kontrol - | 12 | 9.33 | 56 | 36 | 32 | 44.89 | 0 | 8.44 | 0 | 1.33 |
| L1K1 | 20 | 9.33 | 32 | 36 | 40 | 44.89 | 8 | 8.44 | 0 | 1.33 |
| L1K2 | 8 | 9.33 | 32 | 36 | 52 | 44.89 | 8 | 8.44 | 0 | 1.33 |
| L1K3 | 4 | 9.33 | 32 | 36 | 44 | 44.89 | 12 | 8.44 | 8 | 1.33 |
| L2K1 | 28 | 9.33 | 44 | 36 | 20 | 44.89 | 8 | 8.44 | 0 | 1.33 |
| L2K2 | 12 | 9.33 | 52 | 36 | 36 | 44.89 | 0 | 8.44 | 0 | 1.33 |
| L2K3 | 8 | 9.33 | 48 | 36 | 36 | 44.89 | 4 | 8.44 | 4 | 1.33 |
| L3K1 | 0 | 9.33 | 28 | 36 | 72 | 44.89 | 0 | 8.44 | 0 | 1.33 |
| L3K2 | 4 | 9.33 | 44 | 36 | 48 | 44.89 | 4 | 8.44 | 0 | 1.33 |
| L3K3 | 0 | 9.33 | 12 | 36 | 56 | 44.89 | 32 | 8.44 | 0 | 1.33 |

• Perhitungan X^2 tabel

$$df = (n - 1)(k - 1) \quad n = \text{jumlah baris}$$

$$df = (11 - 1)(5 - 1) \quad k = \text{jumlah kolom}$$

$$df = (10)(4)$$

df = 40

Pada table X^2 , nilai $\alpha = 0,05$ dan df = 40 adalah **55,75**

- Perhitungan X^2 hitung

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

f_o = nilai frekuensi hasil observasi

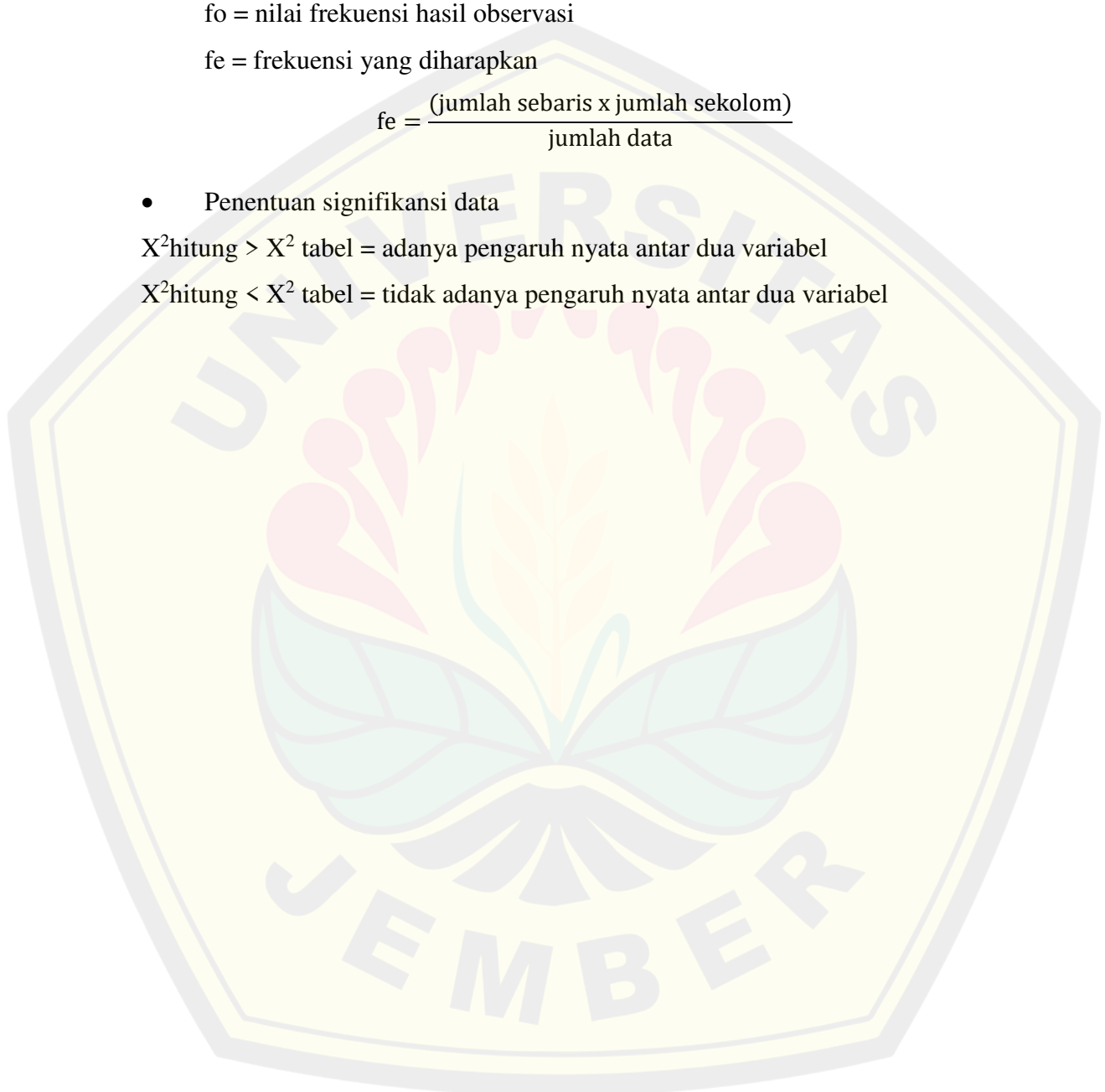
f_e = frekuensi yang diharapkan

$$f_e = \frac{(\text{jumlah sebaris} \times \text{jumlah sekolom})}{\text{jumlah data}}$$

- Penentuan signifikansi data

$X^2_{\text{hitung}} > X^2_{\text{tabel}}$ = adanya pengaruh nyata antar dua variabel

$X^2_{\text{hitung}} < X^2_{\text{tabel}}$ = tidak adanya pengaruh nyata antar dua variabel



c. Perhitungan X^2 Hitung

| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ |
| Kontrol + | 87.11 | 9.33 | 1296.00 | 36.00 | 835 | 18.5919 | 759.31 | 89.92 | 2177.78 | 1633.33 |
| Kontrol - | 7.11 | 0.76 | 400.00 | 11.11 | 166 | 3.70077 | 8.44 | 8.44 | 1.78 | 1.33 |
| L1K1 | 113.78 | 12.19 | 16.00 | 0.44 | 24 | 0.4 | 0.02 | 0.02 | 1.78 | 1.33 |
| L1K2 | 1.78 | 0.19 | 16.00 | 0.44 | 51 | 1.12651 | 0.20 | 0.02 | 1.78 | 1.33 |
| L1K3 | 28.44 | 3.05 | 16.00 | 0.44 | 1 | 1 | 12.64 | 1.50 | 44.44 | 33.33 |
| L2K1 | 348.44 | 37.33 | 64.00 | 1.78 | 619 | 619.46 | 0.20 | 0.02 | 1.78 | 1.33 |
| L2K2 | 7.11 | 0.76 | 256.00 | 7.11 | 79 | 79.01 | 71.31 | 8.44 | 1.78 | 1.33 |
| L2K3 | 1.78 | 0.19 | 144.00 | 4.00 | 79 | 79.01 | 19.75 | 2.34 | 7.11 | 5.33 |
| L3K1 | 87.11 | 9.33 | 64.00 | 1.78 | 735 | 735.01 | 71.31 | 8.44 | 1.78 | 1.33 |
| L3K2 | 28.44 | 3.05 | 64 | 1.78 | 9.68 | 9.68 | 19.75 | 2.34 | 1.78 | 1.33 |
| L3K3 | 87.11 | 9.33 | 576 | 16.00 | 123.46 | 123.46 | 554.86 | 65.71 | 1.78 | 1.33 |

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe} = 2096,91$$

X^2 hitung (2096,91) > X^2 tabel (55,75), adanya pengaruh yang nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap rasa roti tawar bebas gluten ditambah berbagai jenis dan konsentrasi bahan lemak nabati.

Lampiran 10.6 Hasil pengujian uji hedonik keseluruhan

a. Data pengamatan tingkat kesukaan hedonik keseluruhan

| Perlakuan | Parameter | | | | |
|-----------|-------------------|-------------|-----------|------|-------------|
| | Sangat tidak suka | Kurang suka | Agak suka | Suka | Sangat suka |
| Kontrol + | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Kontrol - | 8 | 32 | 56 | 4 | 0 |
| L1K1 | 0 | 36 | 40 | 20 | 4 |
| L1K2 | 12 | 28 | 32 | 24 | 4 |
| L1K3 | 4 | 36 | 36 | 16 | 8 |
| L2K1 | 8 | 36 | 40 | 16 | 0 |
| L2K2 | 0 | 48 | 40 | 8 | 4 |
| L2K3 | 12 | 28 | 44 | 16 | 0 |
| L3K1 | 0 | 8 | 84 | 8 | 0 |
| L3K2 | 0 | 28 | 60 | 8 | 4 |
| L3K3 | 0 | 12 | 44 | 40 | 4 |

b. Pengujian chi-square

| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|----|-------------|-------|-----------|-------|------|-------|-------------|------|
| | fo | fe | fo | fe | fo | fe | fo | fe | fo | fe |
| Kontrol + | 0 | 4 | 0 | 28.89 | 0 | 46.67 | 0 | 16.44 | 100 | 3.11 |
| Kontrol - | 8 | 4 | 32 | 28.89 | 56 | 46.67 | 4 | 16.44 | 0 | 3.11 |
| L1K1 | 0 | 4 | 36 | 28.89 | 40 | 46.67 | 20 | 16.44 | 4 | 3.11 |
| L1K2 | 12 | 4 | 28 | 28.89 | 32 | 46.67 | 24 | 16.44 | 4 | 3.11 |
| L1K3 | 4 | 4 | 36 | 28.89 | 36 | 46.67 | 16 | 16.44 | 8 | 3.11 |
| L2K1 | 8 | 4 | 36 | 28.89 | 40 | 46.67 | 16 | 16.44 | 0 | 3.11 |
| L2K2 | 0 | 4 | 48 | 28.89 | 40 | 46.67 | 8 | 16.44 | 4 | 3.11 |
| L2K3 | 12 | 4 | 28 | 28.89 | 44 | 46.67 | 16 | 16.44 | 0 | 3.11 |
| L3K1 | 0 | 4 | 8 | 28.89 | 84 | 46.67 | 8 | 16.44 | 0 | 3.11 |
| L3K2 | 0 | 4 | 28 | 28.89 | 60 | 46.67 | 8 | 16.44 | 4 | 3.11 |
| L3K3 | 0 | 4 | 12 | 28.89 | 44 | 46.67 | 32 | 16.44 | 4 | 3.11 |

• Perhitungan X^2 tabel

$df = (n - 1)(k - 1)$ $n = \text{jumlah baris}$

$df = (11 - 1)(5 - 1)$ $k = \text{jumlah kolom}$

$df = (10)(4)$

$df = 40$

Pada table X^2 , nilai $\alpha = 0,05$ dan $df = 40$ adalah **55,75**

- Perhitungan X^2 hitung

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

f_o = nilai frekuensi hasil observasi

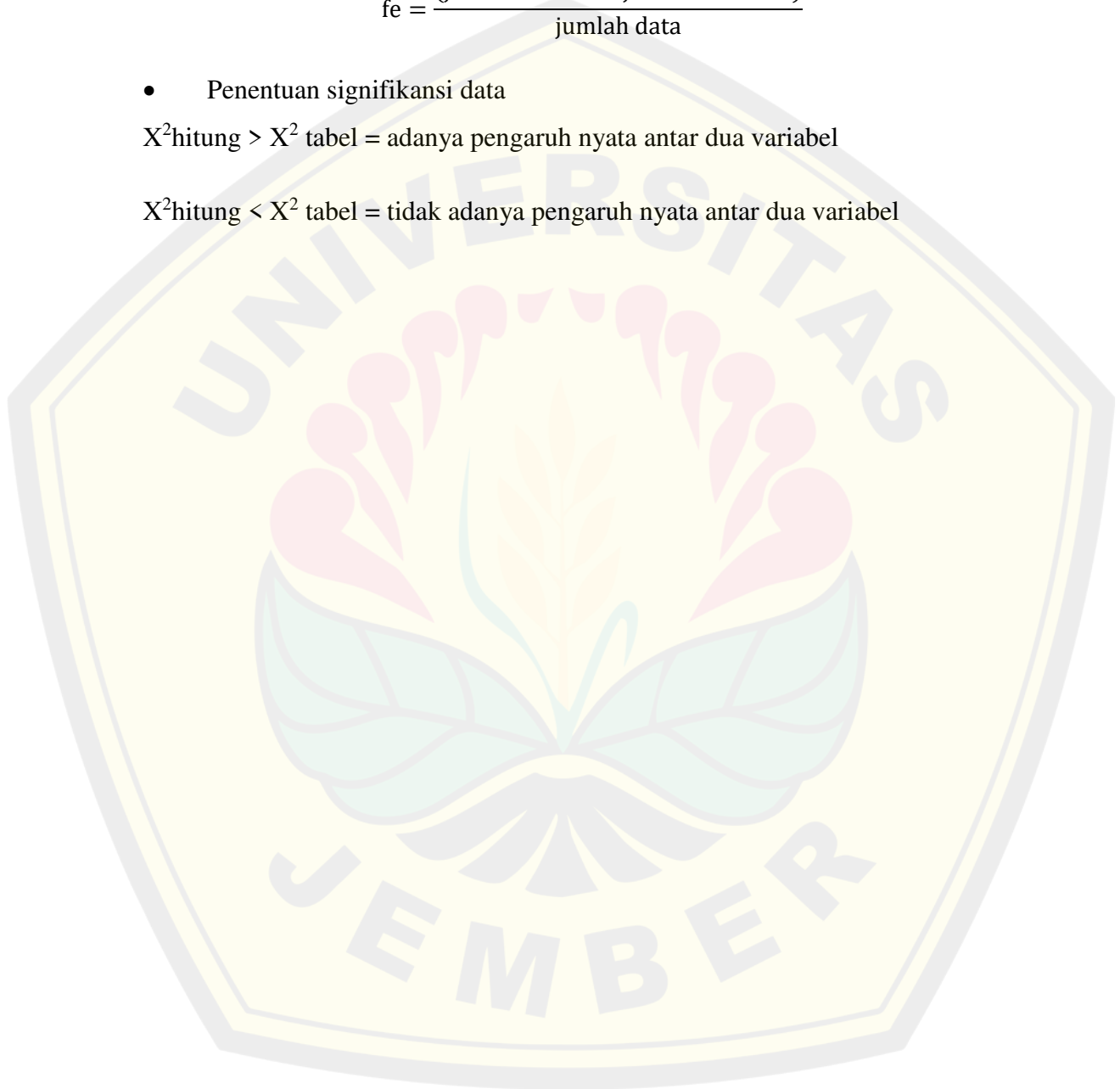
f_e = frekuensi yang diharapkan

$$f_e = \frac{(\text{jumlah sebaris} \times \text{jumlah sekolom})}{\text{jumlah data}}$$

- Penentuan signifikansi data

$X^2_{\text{hitung}} > X^2_{\text{tabel}}$ = adanya pengaruh nyata antar dua variabel

$X^2_{\text{hitung}} < X^2_{\text{tabel}}$ = tidak adanya pengaruh nyata antar dua variabel



c. Perhitungan X^2 hitung







| Perlakuan | Sangat tidak suka | | Kurang suka | | Agak suka | | Suka | | Sangat suka | |
|-----------|-------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ | $(fo-fe)^2$ | $(fo-fe)^2/fe$ |
| Kontrol + | 16.00 | 4.00 | 834.57 | 28.89 | 2178 | 46.6667 | 270.42 | 16.44 | 9387.46 | 3017.40 |
| Kontrol - | 16.00 | 4.00 | 9.68 | 0.34 | 87 | 1.86667 | 9.42 | 9.42 | 9.68 | 3.11 |
| L1K1 | 16.00 | 4.00 | 50.57 | 1.75 | 44 | 0.4 | 0.77 | 0.77 | 0.79 | 0.25 |
| L1K2 | 64.00 | 16.00 | 0.79 | 0.03 | 215 | 4.60952 | 57.09 | 3.47 | 0.79 | 0.25 |
| L1K3 | 0.00 | 0.00 | 50.57 | 1.75 | 114 | 114 | 0.20 | 0.01 | 23.90 | 7.68 |
| L2K1 | 16.00 | 4.00 | 50.57 | 1.75 | 44 | 44.44 | 0.20 | 0.01 | 9.68 | 3.11 |
| L2K2 | 16.00 | 4.00 | 365.23 | 12.64 | 44 | 44.44 | 71.31 | 4.34 | 0.79 | 0.25 |
| L2K3 | 64.00 | 16.00 | 0.79 | 0.03 | 7 | 7.11 | 0.20 | 0.01 | 9.68 | 3.11 |
| L3K1 | 16.00 | 4.00 | 436.35 | 15.10 | 1394 | 1393.78 | 71.31 | 4.34 | 9.68 | 3.11 |
| L3K2 | 16.00 | 4.00 | 1 | 0.03 | 177.78 | 177.78 | 71.31 | 4.34 | 0.79 | 0.25 |
| L3K3 | 16.00 | 4.00 | 285 | 9.87 | 7.11 | 7.11 | 241.98 | 14.71 | 0.79 | 0.25 |

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe} = 3325,25$$

X^2 hitung (3325,25) > X^2 tabel (55,75), adanya pengaruh yang nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap keseluruhan roti tawar bebas gluten ditambah berbagai jenis dan konsentrasi bahan lemak nabati.

Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 11.1 Hasil Roti Tawar Bebas Gluten

| Sampel | Foto |
|-------------------------|--|
| Kontrol + |  |
| Kontrol - |  |
| L1K1 (Margarin 5%) |  |
| L1K2 (Margarin 10%) |  |
| L1K3 (Margarin 15%) |  |
| L2K1 (Mentega putih 5%) |  |

L2K2 (Mentega putih 10%)



L2K3 (Mentega putih 15%)



L3K1 (Minyak goreng 5%)



L3K2 (Minyak goreng 10%)



L3K3 (Minyak goreng 15%)



Lampiran 11.2 Kegiatan Penelitian



Menjemur biji sorgum



Mengoven biji sorgum



Memblender biji sorgum



Mengayak tepung sorgum



Menimbang bahan



Uji warna



Uji Kadar Lemak



Uji Kadar Abu



Titrasi Protein



Uji Organoleptik



Hasil uji protein