

PENGARUH KOMPOSISI TEPUNG KOMPOSIT TESOTA (TERIGU, SORGUM, TAPIOKA) DAN KONSENTRASI KARAGENAN TERHADAP MUTU ROTI TAWAR RENDAH GLUTEN

[Effect of TESOTA Composite Flour Composition (Wheat, Sorghum, Tapioca) and Carrageenan Concentration on The Quality of Low-Gluten Bread]

Abid Jalaluddin Aflah^{1)*}, Sri Widyastuti²⁾, Moegiratul Amaro²⁾, Riezka Zuhriatika Rasyda²⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram

²⁾ Staff Pengajar Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram

*Email: abidjalaluddin aflah@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of composite flour composition (wheat, sorghum and tapioca) and carrageenan concentration on the quality of low gluten white bread. This study used an experimental method with a two-factor completely randomized design (CRD), namely (1) composite flour composition (wheat:sorghum:tapioca) T1 = 50:25:25, T2 = 40:30:30, and T3 = 30:35:35, and (2) carrageenan concentration of 0.2 and 0.4%. Observation data were analyzed with SPSS software using ANOVA at the 5% significance level. Data that were significantly different were further tested with Honest Significant Difference test at the 5% significance level. The parameters observed included chemical quality (moisture content, ash content, and crude fiber content), physical quality (expandability, elasticity, bread pores, and staling), and organoleptic quality (aroma, taste, texture, crust color, and crumb color). The results showed that the treatment of different flour composition and carrageenan concentration had a significant effect on ash content, crude fiber content, expandability, elasticity, bread pores and staling. However, there was no significant effect on its moisture content and organoleptic quality. To minimize the use of wheat flour, the composition of wheat:sorghum:tapioca flour 40:30:30 and carrageenan concentration 0.4% is the recommended treatment, with 24.35% moisture content (met the SNI requirements), 1.49% ash content, 4.08% crude fiber content, 68.69% expandability, 82.55% elasticity, pore size tends to be uniform between 12.08-19.11µm, staling time on the third day, and preferred by panelists because the texture is rather soft, the color of the crust is yellowish brown, and the color of the crumb is yellowish white.

Keywords: Carrageenan, Composite Flour, Low Gluten Bread, Sorghum Flour

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi tepung komposit (terigu, sorgum dan tapioka) dan konsentrasi karagenan terhadap kualitas mutu roti tawar rendah gluten. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium dan dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor, yaitu (1) komposisi tepung komposit (terigu:sorgum:tapioka) T1=50:25:25, T2=40:30:30, dan T3=30:35:35 serta (2) konsentrasi karagenan 0,2 dan 0,4%. Data hasil pengamatan dianalisis dengan software SPSS menggunakan ANOVA pada taraf nyata 5%. Data yang berbeda nyata diuji lanjut dengan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Parameter yang diamati meliputi mutu kimia (kadar air, kadar abu, dan kadar serat kasar), mutu fisik (daya kembang, elastisitas, pori-pori roti dan *staling*), dan mutu organoleptik (aroma, rasa, tekstur, warna *crust*, dan warna *crumb*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan komposisi tepung dan konsentrasi karagenan yang berbeda berpengaruh secara signifikan terhadap kadar abu, kadar serat kasar, daya kembang, elastisitas, pori-pori roti dan *staling*, namun tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar air dan mutu organoleptik. Untuk meminimalisir penggunaan terigu, komposisi tepung terigu:sorgum:tapioka 40:30:30 dan konsentrasi karagenan 0,4% merupakan perlakuan yang disarankan, dengan kadar air 24,35% (sesuai syarat SNI), kadar abu 1,49%, kadar serat kasar 4,08%, daya kembang 68,69%, elastisitas 82,55%, ukuran pori-pori cenderung seragam antara 12,08–19,11µm, waktu *staling* pada hari ketiga, serta disukai oleh panelis karena tekstur agak lembut, warna *crust* coklat kekuningan, dan warna *crumb* putih kekuningan.

Kata kunci: Karagenan, Roti Rendah Gluten, Tepung Komposit, Tepung Sorgum

PENDAHULUAN

Roti yang umumnya dikonsumsi masyarakat terbuat dari tepung terigu dengan kandungan senyawa gluten yang bertanggung jawab terhadap kualitas mutu roti seperti volume, daya kembang, elastisitas, dan tekstur (Krisnawati, 2014). Akan tetapi gluten dapat menyebabkan berbagai macam masalah kesehatan pada beberapa orang terutama bagi pengidap celiac, seperti autoimun dan gangguan penyerapan nutrisi makanan (Akhondi & Ross, 2022). Oleh karena itu, peminat roti tawar rendah gluten atau tanpa gluten semakin banyak (Subejo et al., 2014).

Salah satu cara untuk menghasilkan roti dengan kandungan gluten rendah adalah dengan substitusi tepung terigu menggunakan bahan baku tepung lain seperti tepung sorgum (Maulida et al., 2019). Tepung sorgum mengandung nutrisi karbohidrat sekitar 70-80%, protein 11-13%, lemak 2-5%, serat 1-3%, dan abu 1-2% (Sumarno et al., 2013). Penambahan tepung sorgum sebanyak 20% menghasilkan roti tawar dengan volume adonan dan daya terima yang serupa dengan roti menggunakan 100% tepung terigu (Suarni, 2004). Tepung sorgum dalam pembuatan roti dapat meningkatkan kadar serat roti sehingga berpengaruh terhadap tekstur dan menghasilkan pori-pori roti yang semakin kompak dan rapat (Sari, 2015). Substitusi tepung terigu dengan tepung sorgum mengakibatkan penurunan kandungan glutenin dan gliadin pada adonan roti sehingga menyebabkan penurunan volume, kelembutan, tekstur yang keras dan kasar, pori-pori tidak seragam, serta mudah mengalami *staling* (Wijaya, 2022).

Menurut Milde et al. (2012) tepung tapioka dapat digunakan sebagai pengganti tepung terigu untuk menghasilkan roti tawar rendah gluten yang memiliki mutu dan daya terima yang tinggi. Pati dalam tepung tapioka berfungsi untuk memberikan tekstur, serat dan digunakan dalam proses fermentasi oleh yeast (Krisnawati, 2014). Pati mempermudah dan meningkatkan proses gelatinisasi, sehingga memudahkan terbentuknya jaringan remah yang padat, menangkap gelembung gas, dan mengurangi kerapuhan kerak roti, serta mencegah kebocoran adonan yang mencegah keluarnya gas karbon dioksida (Onyango et al., 2011).

Roti tawar rendah gluten memiliki karakteristik mutu yang rendah oleh karena itu, penggunaan hidrokoloid alami seperti karagenan dapat menjadi solusi karena dapat meningkatkan volume roti, memperbaiki struktur dan tekstur roti, mempertahankan elastisitas, dan menunda terjadinya *staling* (Widyastuti et al., 2021). Karagenan dapat digunakan dalam proses pembuatan roti tawar untuk membantu meningkatkan viskoelastisitas adonan, sehingga meningkatkan volume roti, memperbaiki tekstur dan kelembutan roti, meningkatkan kemampuan adonan dalam mengikat air (Ariyana et al., 2017). Penambahan karagenan dalam pembuatan roti dapat meningkatkan kadar air, meningkatkan kadar serat kasar, membantu dalam peningkatan daya kembang roti, memperbaiki *crumb* dan *crust* roti, serta menghasilkan roti dengan pori-pori yang seragam (Puspitasari et al., 2023).

Penelitian pendahuluan dilaksanakan untuk menentukan formulasi yang optimal dalam pembuatan roti tawar rendah gluten dengan menggunakan campuran tepung sorgum 70%, tepung tapioka 30% dan karagenan 0,2%. Hasil yang diperoleh yaitu roti yang bertekstur kasar, tidak mengembang, beraroma langu, berpori-pori tidak seragam, mudah hancur, dan tidak elastis. Formulasi pada tepung sorgum 30%, tepung tapioka 30% dan karagenan 0,4% menghasilkan roti yang mengembang, tekstur roti agak lembut, elastisitas roti lebih baik, serta pori-pori roti yang seragam. Berdasarkan uraian di atas dan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilaksanakan, maka dilakukan penelitian tentang "Pengaruh Konsentrasi Karagenan dan Komposisi tepung Sorgum dan Tapioka terhadap Mutu Roti Tawar Rendah Gluten" untuk mendapatkan mutu roti tawar rendah gluten terbaik. Penelitian ini akan membantu dalam mengembangkan formulasi yang optimal untuk pembuatan roti tawar rendah gluten yang memiliki mutu yang baik dan memberikan alternatif yang lebih sehat kepada konsumen yang ingin menghindari gluten pada makanannya.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung sorgum (OREAN), tepung tapioka (ROSE BRAND), tepung terigu (CAKRA KEMBAR), air kemasan (NARMADA), gula pasir (ROSE BRAND), garam, margarin, telur, ragi roti (FERMIPAN), susu bubuk, karagenan, aquades, H₂SO₄ dan NaOH. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah baskom, destilator, deksikator, erlenmeyer 250 ml, gelas kimia 100 ml, kain saring, kertas label, kurs porselen, loyang aluminium foil, mikroskop, mixer, *moisture analyzer*, oven, penggaris, piring, pisau, *proofer* roti, sendok, stopwatch, talenan, timbangan analitik, dan tisu.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium. Rancangan Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama yaitu komposisi tepung komposit (terigu:sorgum:tapioka) dengan komposisi masing masing secara berturut-turut yaitu sebesar 50:25:25%, 40:30:30%, dan 30:35:35%. Faktor kedua yaitu konsentrasi karagenan yang terdiri dari dua konsentrasi yaitu 0,2%, dan 0,4%. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 sampel percobaan. Data hasil pengamatan dengan analisis Data hasil pengamatan dianalisa menggunakan analisis keragaman (*Analysis of Variance, ANOVA*) pada taraf nyata 5% menggunakan *software SPSS*. Apabila terdapat perbedaan nyata maka dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Parameter Pengamatan pada penelitian ini terdiri atas uji kadar air (AOAC, 2005), kadar abu (AOAC, 2005), kadar serat kasar, daya kembang, elastisitas, pori-pori roti, masa simpan (waktu *staling*), uji organoleptik skoring dan hedonik pada kriteria mutu aroma, rasa, tekstur, *crumb* dan *crust* roti.

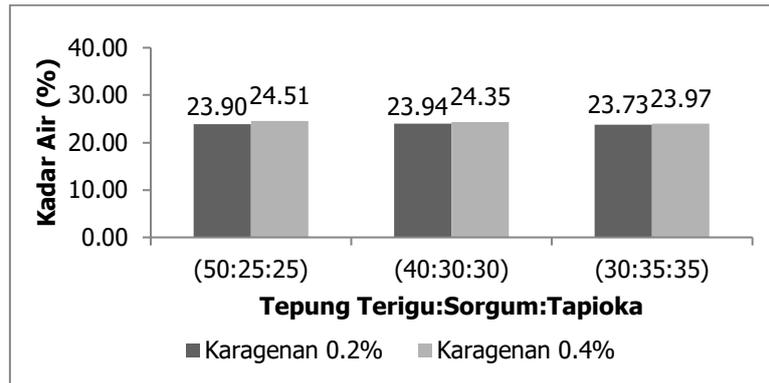
Proses Pembuatan Roti (Puspitasari, 2023 yang dimodifikasi)

Proses pembuatan roti diawali dengan proses penimbangan bahan sesuai formulasi serta pengaktifan ragi (2g) dengan menambahkan air suam kuku (36-40°C, 40g) dan gula (20g). Bahan-bahan lalu dicampur secara berurutan menggunakan *mixer* selama ±15 menit dengan kecepatan 1-3 pada tiap tahapan campuran. Pencampuran tahap 1 dilakukan menggunakan *mixer* kecepatan 1 pada bahan kering, mencakup tepung terigu (50g, 40g, dan 30g), tepung sorgum (35g, 30g, dan 25g) tepung tapioka (35g, 30g, dan 25g), karagenan (0,2g dan 0,4g), susu bubuk (5g), dan garam (2g). Pencampuran tahap 2 dilakukan menggunakan *mixer* kecepatan 2 dengan menambahkan larutan ragi+gula ke adonan. Pencampuran tahap 3 dilakukan menggunakan *mixer* kecepatan 3 dengan menambahkan margarin (20g) dan kuning telur (12g) ke adonan. Setelah adonan tercampur rata dan mencapai konsistensi yang tepat, adonan dalam wadah ditutup menggunakan *plastic wrap* dan difermentasi selama 1 jam. Setelah mengembang, adonan ditekan dengan tangan dan dipindahkan ke dalam loyang *aluminium foil* berukuran 250mL. Adonan kemudian disimpan dalam alat *proofer* pada suhu 30°C dan kelembaban 60% selama 1 jam. Setelahnya, adonan dipanggang dalam oven pada suhu 180°C selama 25 menit. Roti yang telah matang didiamkan pada suhu ruang (±28°C) selama 20 menit lalu dikeluarkan dari loyang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan mutu produk pangan. Kadar air dapat mempengaruhi tekstur suatu bahan pangan serta berkaitan dengan aktivitas air (*a_w*) yang mempengaruhi daya simpan bahan pangan. Hubungan antara komposisi tepung dan konsentrasi karagenan terhadap kadar air dapat dilihat pada Gambar 1.

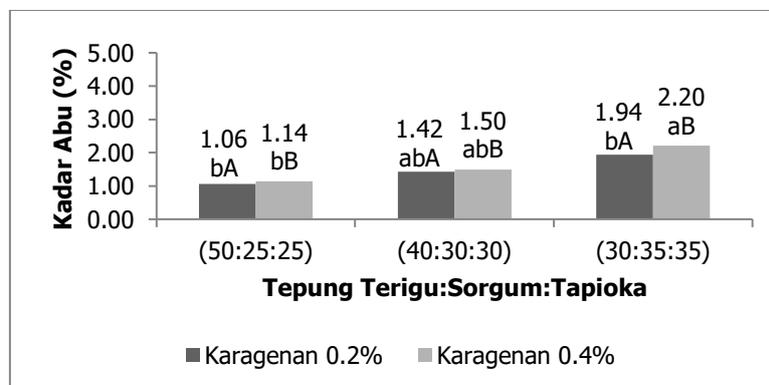


Gambar 1. Diagram Pengaruh Komposisi Tepung dan Konsentrasi Karagenan Terhadap Kadar Air Roti Tawar

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa komposisi tepung dan konsentrasi karagenan yang berbeda maupun interaksi antara keduanya tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar air roti tawar. Kadar air semua perlakuan sesuai dengan syarat mutu SNI 01-3840-1995 Roti Tawar (Badan Standardisasi Nasional, 1995) yaitu maksimal sebesar 40% dengan nilai kadar air berkisar antara 23,73% hingga 24,51%.

Kadar Abu

Kadar abu merupakan nilai untuk menunjukkan kandungan mineral dalam suatu bahan pangan. Pengukuran kadar abu dapat dilakukan dengan menggunakan metode thermogravimetri. Pengaruh perbedaan komposisi tepung dan konsentrasi karagenan terhadap kadar abu roti tawar dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pengaruh Komposisi Tepung dan Konsentrasi Karagenan Terhadap Kadar Abu Roti Tawar

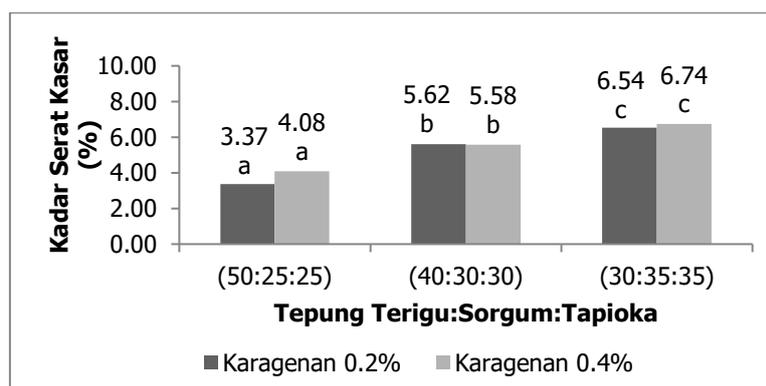
Keterangan: Huruf kecil dan huruf besar yang berbeda pada baris diagram yang berbeda menunjukkan adanya pengaruh nyata (taraf 5%) terhadap kadar abu roti tawar

Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat kenaikan kadar abu roti tawar pada setiap kombinasi perlakuan komposisi tepung dan konsentrasi karagenan yang berbeda. Kadar abu yang dihasilkan berkisar antara 1,06% hingga 2,20%, Kadar abu tertinggi diperoleh kombinasi tepung 30:35:35 dengan penambahan karagenan 0,4% yaitu sebesar 2,20. Sedangkan kombinasi perlakuan dengan kadar abu terendah diperoleh pada perlakuan komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,2%. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar abu roti tawar seiring dengan rendahnya komposisi tepung terigu dan semakin tingginya komposisi tepung sorgum serta tapioka yang digunakan. Demikian dengan penambahan konsentrasi karagenan yang berbeda, semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan maka akan semakin tinggi kadar abu roti tawar.

Peningkatan kadar abu secara signifikan pada komposisi tepung 30:35:35 dapat terjadi karena penambahan tepung sorgum. Menurut Rahmawati & Wahyani (2021) kadar abu yang terkandung tepung sorgum cukup tinggi yaitu sebesar 1,6% per 100g yang terdiri dari besi, magnesium, kalsium, fosfat, mangan dan seng sehingga terjadi peningkatan kadar abu ketika meningkatnya komposisi tepung sorgum. Sedangkan kadar abu yang terkandung dalam tepung terigu dan tapioka dibatasi hanya sekitar 0,6%. Perlakuan perbedaan konsentrasi karagenan juga memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar abu roti tawar. Menurut Puspitasari et al., (2023), semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan maka akan semakin tinggi kadar abu roti tawar. Peningkatan kadar abu secara signifikan terjadi karena kandungan mineral dalam karagenan yang tinggi yaitu sekitar 24,76% sehingga penambahan karagenan mampu meningkatkan kadar abu roti tawar (Nosa et al., 2020). Interaksi antara kedua faktor menghasilkan perbedaan yang signifikan terhadap kadar abu roti tawar dikarenakan tepung sorgum dan karagenan memiliki kadar abu yang tinggi. Semua perlakuan menghasilkan kadar abu yang melebihi syarat mutu roti tawar menurut SNI 01-3840-1995 Roti Tawar (Badan Standardisasi Nasional, 1995) yaitu sebesar 1%.

Kadar Serat Kasar

Serat makanan merupakan komponen dalam bahan pangan yang tidak dapat larut oleh enzim, asam serta sistem pencernaan. Penentuan kandungan serat dalam bahan pangan dapat menggunakan metode analisis kadar serat kasar. Pengaruh komposisi tepung dan konsentrasi karagenan yang berbeda terhadap kadar serat roti tawar dapat dilihat pada Gambar 3.



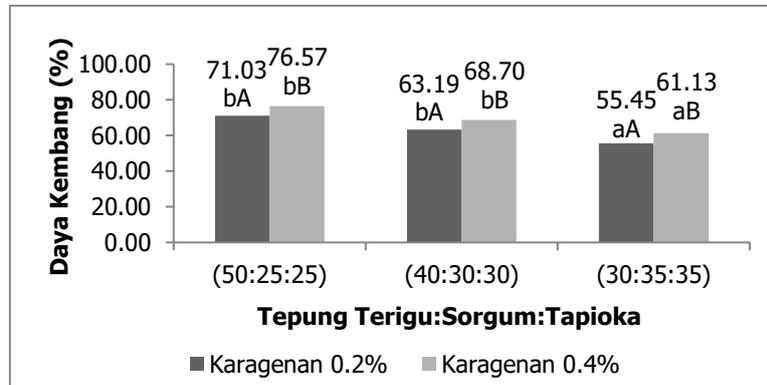
Gambar 3. Diagram Pengaruh Komposisi Tepung dan Konsentrasi Karagenan Terhadap Kadar Serat Kasar Roti Tawar

Keterangan: Huruf kecil yang berbeda pada baris diagram yang berbeda menunjukkan adanya pengaruh nyata komposisi tepung (taraf 5%) terhadap kadar serat kasar roti tawar

Diagram pada Gambar 3 menunjukkan bahwa perlakuan komposisi tepung memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kadar serat kasar roti tawar, namun konsentrasi karagenan yang berbeda tidak memberikan pengaruh signifikan. Berdasarkan Gambar 3, semakin rendah tepung terigu serta semakin tinggi tepung sorgum dan tapioka yang ditambahkan maka semakin tinggi kadar serat kasar yang dihasilkan. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian Sari et al. (2015) bahwa penambahan tepung sorgum hingga 20% dalam roti dapat mengakibatkan peningkatan kadar serat kasar. Peningkatan kadar serat roti tawar pada perlakuan komposisi tepung yang berbeda dapat terjadi karena penambahan bahan yang mengandung serat pangan yang tinggi seperti tepung sorgum (Sarofa et al., 2019). Tepung sorgum memiliki kadar serat yang cukup tinggi dibandingkan tepung lainnya yaitu sebesar 4,23%, sedangkan tepung terigu dan tepung tapioka hanya sekitar 0,3-0,4% (Sari et al., 2015). Interaksi antar kedua perlakuan memiliki pengaruh yang signifikan dikarenakan penambahan tepung sorgum dan karagenan yang sama-sama mengandung serat yang cukup tinggi sehingga interaksi kedua bahan dapat meningkatkan kadar serat kasar roti.

Daya Kembang

Salah satu faktor penentu kualitas roti adalah volume roti yang mengembang. Daya kembang roti berkaitan dengan kemampuan adonan dalam membentuk dan menahan gas yang dihasilkan selama proses fermentasi. Kemampuan roti untuk mengalami perluasan ukuran sebelum dan setelah dipanggang juga mencirikan daya pengembangan roti. Hubungan antara perlakuan komposisi tepung dan konsentrasi karagenan terhadap daya kembang roti dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Pengaruh Komposisi Tepung dan Konsentrasi Karagenan Terhadap Daya Kembang Roti Tawar

Keterangan: Huruf kecil dan huruf besar yang berbeda pada baris diagram yang berbeda menunjukkan adanya pengaruh nyata (taraf 5%) terhadap daya kembang roti tawar

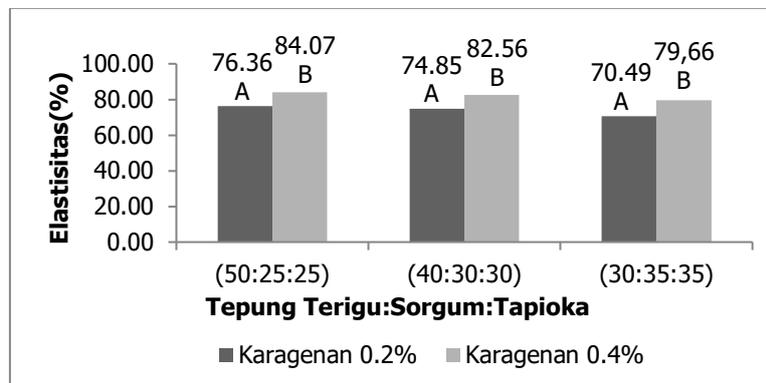
Gambar 4 menunjukkan bahwa perbedaan komposisi tepung menghasilkan pengaruh yang signifikan terhadap daya kembang roti. Daya kembang roti tawar tertinggi dihasilkan pada komposisi tepung 50:25:25% dan konsentrasi karagenan 0,4% yaitu sebesar 76,57%, sedangkan hasil daya kembang roti tawar terendah yaitu pada konsentrasi karagenan 0,2% dan komposisi tepung 30:35:35 yaitu sebesar 55,54%. Penurunan daya kembang terjadi seiring dengan substitusi tepung terigu oleh tepung sorgum dan tapioka. Hal ini dapat terjadi karena penambahan tepung sorgum dan tepung tapioka yang tidak mengandung gluten untuk mensubstitusi tepung terigu, sehingga gluten pada adonan mengalami penurunan. Menurut Krisnawati (2014), gluten pada roti berfungsi memberikan volume pada roti dan menyebabkan roti mengembang. Hal ini disebabkan oleh kemampuan gluten dalam menahan gas yang dihasilkan selama proses fermentasi roti oleh ragi sehingga adonan dapat mengembang. Selain itu, tepung sorgum memiliki konsistensi gel yang rendah yang mengakibatkan adonan menjadi kaku (keras) dan menghambat pengembangan adonan roti (Suarni, 2004).

Peningkatan daya kembang roti terjadi secara signifikan pada penambahan konsentrasi karagenan yang berbeda. Semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan maka akan semakin tinggi daya kembang roti. Hal ini diduga dikarenakan karagenan memiliki kemampuan untuk memengaruhi pembentukan ikatan dalam adonan, sehingga dapat meningkatkan viskoelastisitas adonan. Hal tersebut yang menyebabkan adonan roti mengalami pengembangan yang baik pada saat proses fermentasi. Hal ini sejalan dengan Lestari et al. (2019), bahwa terjadi peningkatan signifikan terhadap volume spesifik roti seiring dengan peningkatan jumlah karagenan yang ditambahkan. Karagenan dapat memperbaiki struktur dan stabilitas adonan, sehingga meningkatkan volume gas yang terperangkap dalam adonan sehingga volume adonan meningkat (Lestari et al., 2019). Interaksi antara kedua perlakuan tidak memiliki pengaruh yang signifikan diduga dapat terjadi karena adanya perbedaan sifat atau kemampuan kedua perlakuan terhadap daya kembang roti.

Elastisitas

Roti dengan tingkat elastisitas tinggi dapat dikatakan mempunyai mutu yang baik. Elastisitas roti dapat diukur salah satunya dengan memberikan tekanan pada roti kemudian mengamati dengan cara

mengukur hasil kembalinya roti ke bentuk semula. Pengaruh komposisi tepung dan konsentrasi karagenan yang berbeda terhadap elastisitas roti dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Pengaruh Komposisi Tepung dan Konsentrasi Karagenan Terhadap Elastisitas Roti Tawar

Keterangan: Huruf kecil dan huruf besar yang berbeda pada baris diagram yang berbeda menunjukkan adanya pengaruh nyata (taraf 5%) terhadap elastisitas roti tawar

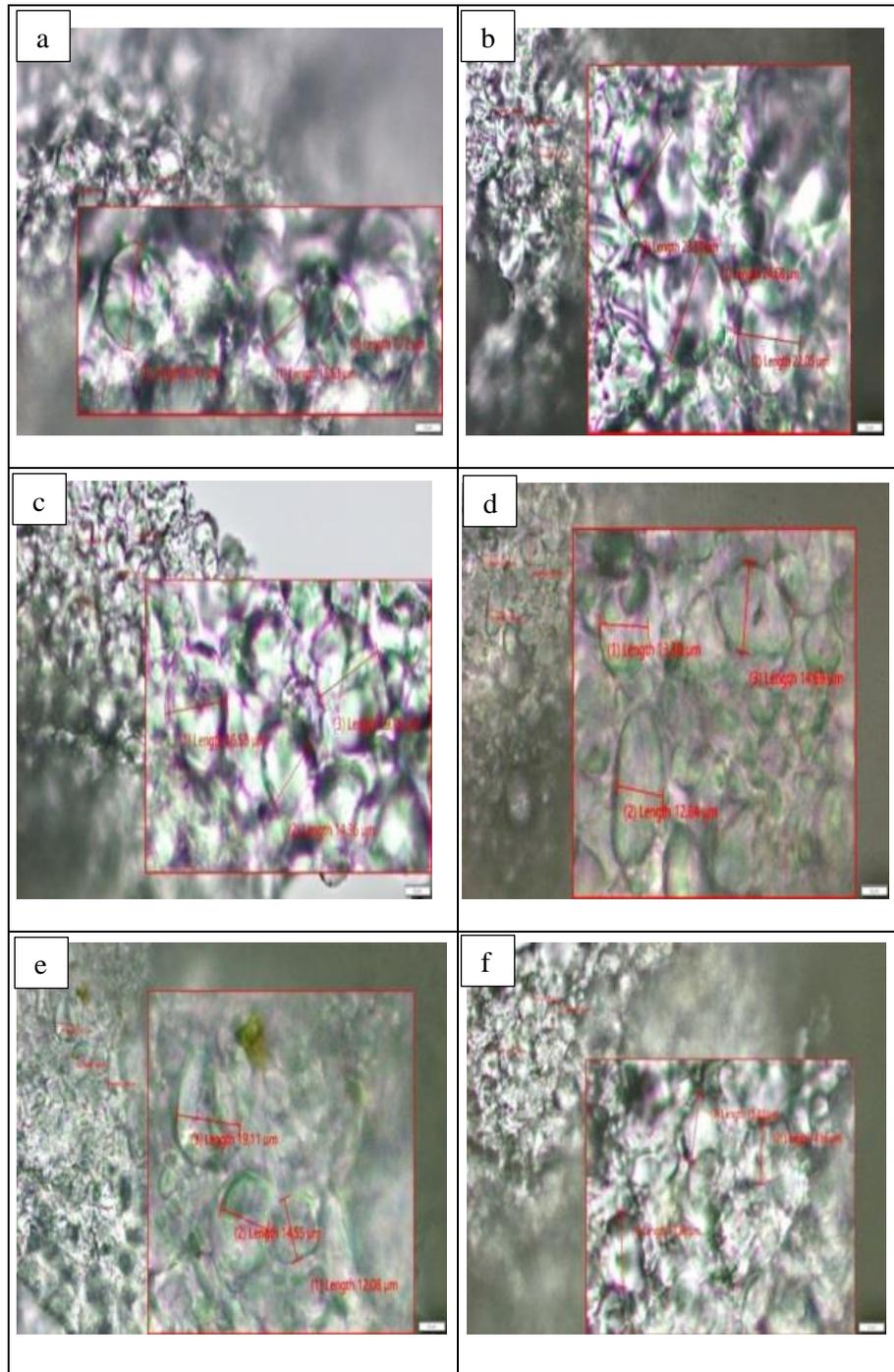
Berdasarkan Gambar 5 tingkat elastisitas tertinggi dihasilkan pada komposisi tepung 50:25:25 dengan konsentrasi karagenan 0,4%. Sedangkan elastisitas terendah dihasilkan pada komposisi tepung 30:35:35 dengan konsentrasi karagenan 0,2%. Penambahan tepung sorgum dan tapioka untuk mensubstitusi tepung terigu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan elastisitas roti walau terjadi perbedaan elastisitas pada perlakuan komposisi tepung yang berbeda. Hal ini diduga karena jenis pati yang terkandung pada tepung tapioka memiliki sifat elastis yang dapat membantu mempertahankan elastisitas adonan walau terjadi pengurangan kandungan gluten akibat substitusi tepung terigu. Pati dalam tepung tapioka terdiri dari dua fraksi, yaitu amilosa sekitar 17% dan amilopektin sekitar 83% yang dapat memberikan sifat elastis (Basuki et al., 2013).

Perbedaan konsentrasi karagenan memberikan pengaruh yang nyata pada elastisitas roti. Semakin tinggi konsentrasi karagenan maka akan semakin tinggi tingkat elastisitas roti. Hal ini diakibatkan oleh karagenan yang merupakan hidrokoloid yang memiliki sifat elastis serta dapat mempertahankan elastisitas roti. Karagenan dapat meningkatkan kemampuan adonan dalam mengikat air, mempengaruhi elastisitas roti serta menjaga elastisitas roti (Puspitasari et al., 2023).

Pori-Pori Roti

Roti yang berkualitas tinggi biasanya ditandai oleh pori-pori yang berukuran kecil dengan penyebaran pori-pori yang merata. Pori-pori roti adalah lapisan tipis yang terbentuk pada adonan roti akibat terbentuknya gas karbondioksida yang terperangkap dalam struktur adonan sehingga membentuk ruang atau rongga-rongga berukuran kecil. Pengaruh penambahan komposisi tepung dan konsentrasi karagenan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil pengamatan secara langsung maupun menggunakan bantuan alat berupa mikroskop menunjukkan hasil roti tawar dengan komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,2% menghasilkan roti dengan pori-pori kecil namun tidak seragam, berukuran 7,72–20,41 μ m. Sementara itu, konsentrasi karagenan 0,4% menghasilkan pori-pori yang cenderung lebih seragam, berkisar antara 12,84–14,69 μ m. Formulasi komposisi tepung 40:30:30 dan 30:35:35 dan konsentrasi karagenan 0,2% menghasilkan pori-pori besar dan cenderung tidak seragam, berukuran 14,36–24,68 μ m. Namun, komposisi tepung 40:30:30 dan 30:35:35 dengan penambahan karagenan 0,4% mampu menghasilkan pori-pori yang lebih kecil dan seragam yakni 12,08–19,11 μ m. Hal ini diduga diakibatkan oleh menurunnya kandungan gluten dan meningkatnya jumlah pati pada adonan ketika komposisi tepung terigu menurun dan meningkatnya komposisi tepung sorgum dan tapioka.



Gambar 6. Ukuran Pori-Pori Roti pada Perbesaran 40x dengan Perlakuan Komposisi Tepung dan Konsentrasi Karagenan yang Berbeda

Keterangan: Komposisi tepung (terigu:sorgum:tapioka)/karagenan a)50:25:25/0,2; b)40:30:30/0,2; c)30:35:35/0,2; d)50:25:25/0,4; e)40:30:30/0,4; f)30:35:35/0,4

Menurut Maulida et al. (2019), peningkatan kandungan pati yang berasal dari penambahan tepung lain tanpa diimbangi dengan gluten yang cukup akan mengakibatkan *film* gluten yang menahan gas akan berikatan dan mengakibatkan elastisitas gluten terbebani oleh pati yang tergelatinisasi, sehingga adonan tidak mengalami pengembangan maksimal yang kemudian berakibat pada ketidakteraturan pori-pori roti yang terbentuk. Konsentrasi karagenan juga dapat memiliki pengaruh terhadap pori-pori roti yang terbentuk. Puspitasari et al. (2023) menyatakan bahwa penambahan konsentrasi karagenan menghasilkan roti dengan pori yang kecil dan seragam karena hidrokoloid

memiliki kemampuan untuk mencegah bergabungnya pori-pori sehingga tidak membentuk pori-pori yang lebih besar dan tidak seragam.

Staling

Staling merupakan perubahan roti yang ditandai dengan terjadinya penurunan mutu yang meliputi rasa, aroma, dan tekstur atau kekerasan selama penyimpanan. Penyebab terjadinya *staling* sangat kompleks seperti perubahan fraksi pati yang menjadi kaku dan penguapan air dalam *crumb* sehingga roti menjadi kering dan keras. Perpindahan air dari *crumb* ke *crust* menyebabkan kadar air *crust* meningkat yang mengakibatkan berubahnya tekstur *crumb* menjadi keras dan tekstur *crust* dari renyah menjadi lunak. (Waziroh et al., 2023).

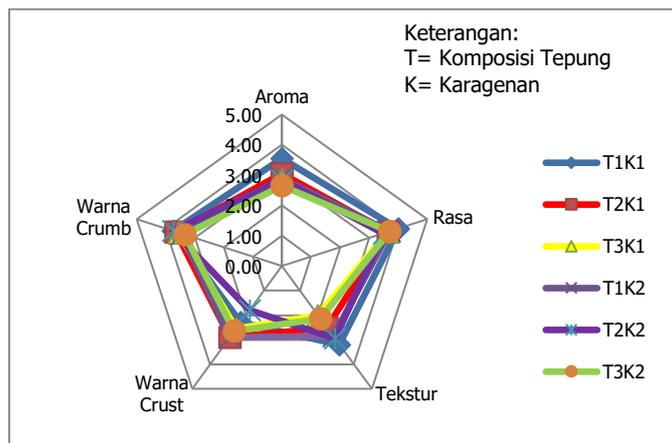
Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, perlakuan komposisi tepung 50:25:25 dengan penambahan konsentrasi karagenan 0,2 dan 0,4% mengalami perubahan *staling* yang signifikan pada hari keempat (96 jam) yaitu remah roti menjadi lebih keras dan kering. Hal ini juga ditunjukkan oleh penurunan kandungan air yang semula 23,90 dan 24,51 menjadi 20,88 dan 21,86 secara berturut-turut. Demikian juga dengan parameter elastisitas yang mengalami penurunan yang cukup besar yaitu dari 76,36 dan 84,07 pada hari pertama menjadi 63,45 dan 74,20 pada hari keempat. Sedangkan pada perlakuan komposisi tepung 40:30:30 dan 30:35:35 dengan penambahan karagenan 0,2% selama penyimpanan juga terjadi perubahan fisik menjadi keras secara signifikan pada hari kedua. Namun perbedaan terjadi pada perlakuan komposisi tepung 40:30:30 dengan penambahan karagenan 0,4% menjadi keras pada hari ketiga.

Penggunaan tepung yang berbeda sangat berpengaruh terhadap kekerasan, kadar air dan elastisitas roti selama penyimpanan. Penambahan tepung sorgum dan tapioka dalam pembuatan roti dapat mempengaruhi amilosa dan amilopektin dalam adonan. Menurut Istianah (2018) kandungan pati pada tepung sorgum sekitar 40,85% yang terdiri dari kandungan amilosa sekitar 25,66% dan amilopektin sekitar 15,19%. Sedangkan kandungan pati pada tepung tapioka sekitar 85,46%, yang terdiri dari amilosa sekitar 17% dan amilopektin sekitar 83% (Basuki et al., 2013). *Staling* roti dipengaruhi oleh salah satunya terbentuknya jaringan kristalin pati akibat retrogradasi amilopektin sehingga roti menjadi kaku dan keras selama proses penyimpanan (Waziroh et al., 2023).

Penambahan karagenan mempengaruhi kekerasan, kadar air, dan elastisitas roti selama penyimpanan terutama ketika semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan. Karagenan dapat mempertahankan kadar air dan elastisitas roti sehingga roti menjadi lebih lama mengalami *staling*. Hal ini dikarenakan karagenan memiliki kemampuan untuk mengikat air dalam jumlah besar. Hasil tersebut sesuai dengan penilitan Ariyana (2017) bahwa penambahan karagenan menjadikan roti lebih lama mengalami *staling* karena terjadi penguapan kadar air yang lebih rendah sehingga mempertahankan elastisitas dan berkurangnya laju dehidrasi pada *crumb* roti.

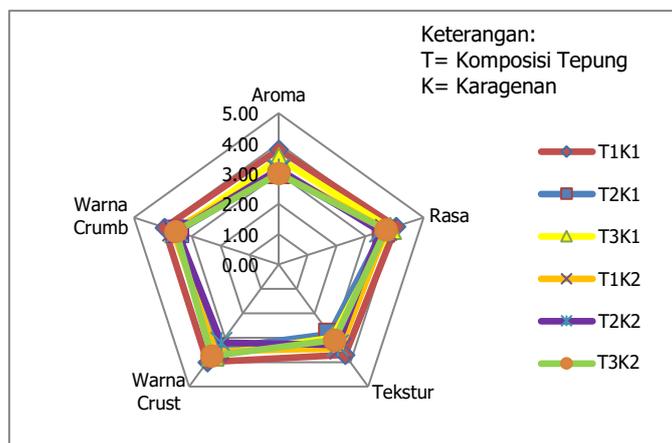
Organoleptik

Pengujian mutu organoleptik dilakukan menggunakan 20 panelis dengan menguji parameter aroma, rasa, tekstur, warna *crust*, dan warna *crumb*. Pengujian dilakukan dengan menghimpun nilai secara hedonik (tingkat kesukaan) dan secara skoring. Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, perlakuan komposisi tepung dan konsentrasi karagenan yang berbeda tidak mempengaruhi mutu organoleptik aroma, rasa, tekstur, warna *crust*, dan warna *crumb* roti baik secara hedonik maupun skoring. Pengaruh penambahan komposisi tepung dan konsentrasi karagenan yang berbeda terhadap mutu organoleptik roti tawar secara skoring dan hedonik dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Diagram Pengaruh Komposisi Tepung dan Konsentrasi Karagenan Terhadap Mutu Organoleptik Roti Tawar Secara Skoring

Keterangan: Komposisi tepung terigu:sorgum:tapioka/persentase karagenan: T1K1 = 50:25:25/0,2%; T2K1 = 40:30:30/0,2%; T3K1=30:35:35/0,2%; T1K2 = 50:25:25/0,2%; T2K2 = 40:30:30/0,2%; T3K2 = 30:35:35/0,2%



Gambar 8. Diagram Pengaruh Komposisi Tepung dan Konsentrasi Karagenan Terhadap Mutu Organoleptik Roti Tawar Secara Hedonik

Keterangan: Komposisi tepung terigu:sorgum:tapioka/persentase karagenan: T1K1 = 50:25:25/0,2%; T2K1 = 40:30:30/0,2%; T3K1=30:35:35/0,2%; T1K2 = 50:25:25/0,2%; T2K2 = 40:30:30/0,2%; T3K2 = 30:35:35/0,2%

Aroma

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa komposisi tepung dan konsentrasi karagenan serta interaksi antara kedua faktor tidak memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap skoring dan hedonik aroma roti. Tingkat penilaian panelis secara skoring terhadap aroma roti yaitu 2,95 – 3,55 (beraroma agak asam - tidak beraroma asam). Perlakuan dengan nilai skoring aroma tertinggi dihasilkan dari perlakuan komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,2%. Sedangkan nilai terendah dihasilkan oleh komposisi tepung 30:35:35 dan konsentrasi karagenan 0,4%. Walau tidak signifikan, semakin tinggi komposisi tepung sorgum dan tapioka yang ditambahkan maka akan semakin tinggi aroma asam pada roti. Aroma asam diduga timbul akibat proses fermentasi oleh ragi yang mengubah pati yang terkandung pada tepung. Penambahan tepung tapioka dapat mempengaruhi jumlah pati pada adonan karena tepung tapioka mengandung pati dalam jumlah yang besar. Tepung tapioka mengandung pati yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu dan tepung sorgum yaitu sebesar 85,46% (Basuki et al., 2013).

Berdasarkan Gambar 8, tingkat kesukaan (hedonik) panelis terhadap aroma roti berkisar antara

3,00 – 3,80 (agak suka – suka). Panelis paling menyukai aroma roti yang dihasilkan komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,2%. Sedangkan perlakuan yang mendapatkan nilai kesukaan terendah (agak suka) adalah komposisi tepung 30:35:35 dan konsentrasi karagenan 0,4%. Berdasarkan hasil ini dan dihubungkan dengan hasil penilaian secara skoring dapat disimpulkan bahwa panelis cenderung menyukai roti dengan aroma yang tidak asam.

Rasa

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa komposisi tepung dan konsentrasi karagenan serta interaksi antara kedua faktor tidak memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap skoring dan hedonik rasa roti. Tingkat penilaian panelis secara skoring terhadap rasa roti yaitu 3,40 – 4,00 (agak berasa asam – tidak berasa asam). Perlakuan dengan nilai skoring rasa tertinggi dihasilkan dari perlakuan komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,2%. Sedangkan nilai terendah dihasilkan oleh komposisi tepung 30:35:35 dan konsentrasi karagenan 0,4%. Secara umum, rasa dipengaruhi oleh adanya tambahan bahan lain seperti telur, gula, susu bubuk, garam, dan margarin. Dalam hal ini, rasa asam yang ditimbulkan diakibatkan oleh adanya aktivitas fermentasi yang terjadi. Pada saat proses fermentasi, ragi akan mengubah pati menjadi gas CO₂, etanol serta memberikan cita rasa asam pada roti (Pusuma et al., 2018).

Berdasarkan Gambar 8, tingkat kesukaan (hedonik) panelis terhadap rasa roti berkisar antara 3,15 – 4,05 (agak suka – suka). Panelis paling menyukai rasa roti yang dihasilkan komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,2%. Sedangkan perlakuan yang mendapatkan nilai kesukaan terendah (agak suka) adalah komposisi tepung 30:35:35 dan konsentrasi karagenan 0,2% dan 0,4%. Berdasarkan hasil ini dan dihubungkan dengan hasil penilaian secara skoring dapat disimpulkan bahwa panelis cenderung menyukai roti dengan rasa yang tidak asam.

Tekstur

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa komposisi tepung dan konsentrasi karagenan serta interaksi antara kedua faktor tidak memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap skoring dan hedonik tekstur roti. Tingkat penilaian panelis secara skoring terhadap tekstur roti yaitu 1,80 – 2,90 (keras – agak lembut). Semakin rendahnya penggunaan tepung terigu akibat disubstitusi tepung sorgum dan tapioka serta semakin rendahnya karagenan yang ditambahkan maka semakin rendah juga nilai skoring tekstur roti yang dihasilkan. Hal ini diduga diakibatkan karena berkurangnya kandungan gluten pada roti akibat substitusi tepung terigu. Menurut Rahmah et al. (2017), kandungan gluten pada adonan dapat mempengaruhi tekstur roti tawar. Sementara itu, karagenan merupakan hidrokoloid yang dapat mengikat air serta dapat menggantikan sifat viskoelastisitas gluten, sehingga dapat mempengaruhi tekstur roti dan menghasilkan roti yang lembut.

Berdasarkan Gambar 8, tingkat kesukaan (hedonik) panelis terhadap tekstur roti berkisar antara 2,85 – 3,70 (agak suka – suka). Panelis paling menyukai tekstur roti yang dihasilkan komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,2%. Sedangkan perlakuan yang mendapatkan nilai kesukaan terendah (agak suka) adalah komposisi tepung 40:30:30 dan penambahan konsentrasi karagenan 0,2%. Berdasarkan hasil ini dan dihubungkan dengan hasil penilaian secara skoring dapat disimpulkan bahwa panelis cenderung menyukai roti dengan tekstur agak lembut.

Warna Crust

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa komposisi tepung dan konsentrasi karagenan serta interaksi antara kedua faktor tidak memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap skoring dan hedonik warna *crust* roti. Tingkat penilaian panelis secara skoring terhadap warna *crust* roti yaitu 1,80 – 2,90 (putih kecoklatan – coklat muda). Perlakuan dengan nilai skoring warna *crust* tertinggi dihasilkan dari perlakuan komposisi tepung 50:25:25 dan karagenan 0,4% serta komposisi tepung 40:30:30 dan konsentrasi karagenan 0,2%. Sedangkan nilai terendah dihasilkan oleh komposisi tepung 40:30:30 dan

konsentrasi karagenan 0,4%. Warna *crust* roti diduga lebih dipengaruhi oleh reaksi maillard (pencoklatan) dan karamelisasi yang dihasilkan oleh proses pemanggangan. Menurut Fioni (2010), warna *crust* roti dapat dipengaruhi oleh proses pemanggangan (lama pemanggangan), ketebalan adonan, penambahan telur dan susu, serta kelembaban oven.

Berdasarkan Gambar 8, tingkat kesukaan (hedonik) panelis terhadap warna *crust* roti berkisar antara 3,20 – 4,00 (agak suka – suka). Panelis paling menyukai warna *crust* roti yang dihasilkan komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,2%. Sedangkan perlakuan yang mendapatkan nilai kesukaan terendah (agak suka) adalah komposisi tepung 40:30:30 dan penambahan konsentrasi karagenan 0,4%. Berdasarkan hasil ini dan dihubungkan dengan hasil penilaian secara skoring dapat disimpulkan bahwa panelis cenderung menyukai roti dengan *crust* berwarna coklat kekuningan.

Warna Crumb

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa komposisi tepung dan konsentrasi karagenan serta interaksi antara kedua faktor tidak memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap skoring dan hedonik warna *crumb* roti. Tingkat penilaian panelis secara skoring terhadap warna *crumb* roti yaitu 3,05 – 3,75 (coklat muda – putih kekuningan). Perlakuan dengan nilai skoring warna *crumb* tertinggi dihasilkan dari perlakuan komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,2% serta komposisi tepung 40:30:30 dan konsentrasi karagenan 0,4%. Sedangkan nilai terendah dihasilkan oleh komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,4%. Warna *crumb* roti diduga lebih dipengaruhi oleh konduktivitas panas adonan. Adonan roti memiliki konduktivitas panas yang rendah, sehingga perpindahan panas dari oven terjadi sangat lambat dan mengakibatkan suhu bagian dalam lebih rendah dibandingkan suhu bagian luar bahan, menyebabkan tidak terjadinya reaksi Maillard pada bagian dalam roti (Abdelghafor et al., 2010).

Berdasarkan Gambar 8, tingkat kesukaan (hedonik) panelis terhadap warna *crumb* roti berkisar antara 3,50 – 3,95 (agak suka – suka). Panelis paling menyukai warna *crumb* roti yang dihasilkan komposisi tepung 50:25:25 dan konsentrasi karagenan 0,2%. Sedangkan perlakuan yang mendapatkan nilai kesukaan terendah (agak suka) adalah komposisi tepung 40:30:30 dan konsentrasi karagenan 0,2% dan 0,4%. Berdasarkan hasil ini dan dihubungkan dengan hasil penilaian secara skoring dapat disimpulkan bahwa panelis cenderung menyukai roti dengan *crumb* berwarna putih kekuningan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada lingkup penelitian maka dapat ditarik kesimpulan bahwa komposisi tepung dan konsentrasi karagenan yang berbeda berpengaruh secara signifikan terhadap kadar abu, kadar serat kasar, daya kembang, elastisitas, pori-pori roti dan *staling*, namun tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kadar air dan mutu organoleptik. Untuk meminimalisir penggunaan terigu, komposisi tepung terigu:sorgum:tapioka 40:30:30 dan konsentrasi karagenan 0,4% merupakan perlakuan yang disarankan, dengan kadar air 24,35% (sesuai syarat SNI), kadar abu 1,49%, kadar serat kasar 4,08%, daya kembang 68,69%, elastisitas 82,55%, ukuran pori-pori cenderung seragam antara 12,08–19,11µm, waktu *staling* pada hari ketiga, serta disukai oleh panelis karena tekstur agak lembut, warna *crust* coklat kekuningan, dan warna *crumb* putih kekuningan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Mataram atas dukungan finansial yang diberikan dari Sumber Dana DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2023.

Daftar Pustaka

Akhondi, H., & Ross. A. B. (2022). Gluten-Associated Medical Problems. In *StatPearls* [Internet]. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538505/>

- Ariyana, M. D., Widyastuti, S., Nazaruddin., Handayani, B. R., & Werdiningsih, W. (2017). Pengaruh penambahan hidrokoloid iota karagenan untuk meningkatkan kualitas, keamanan dan daya simpan roti. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 3(1), 186–193.
- Badan Standardisasi Nasional. (1995). *SNI 01-3840-1995 Syarat Mutu Roti Tawar*. Badan Standardisasi Nasional Republik Indonesia.
- Basuki, E. K., Yulistiani, R., & Hidayat, R. (2013). Kajian substitusi tepung tapioka dan penambahan gliserol monostearat pada pembuatan roti tawar. *Jurnal Teknologi Pangan*, 5(2), 125–137.
- Figoni, P. I. (2010). *How baking works: exploring the fundamentals of baking science*. JohnWiley & Sons.
- Krisnawati, R., & Indrawati, V. (2014). Pengaruh substitusi *puree* ubi jalar ungu (*Ipomea batatas*) terhadap mutu organoleptik roti tawar. *E-Journal Boga*, 3(1), 79–88.
- Lestari, D., Kresnowati, M. T. A. P., Rahmani, A., Aliwarga, L., & Bindar, Y. (2019). Effect of hydrocolloid on characteristics of gluten free bread from rice flour and Fermented Cassava Flour (FERCAF). *Reaktor*, 19(3), 89–95.
- Maulida, Z., Aini, N., Sustriawan, B., & Sumarmono, J. (2019). Formulasi roti bebas gluten berbasis tepung sorgum dengan penambahan pati garut dan gum arab. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 16(2), 90–98.
- Milde, L. B., Ramallo, L. A., & Puppo, M. C. (2012). Gluten-free bread based on tapioca starch: texture and sensory studies. *Food Bioprocess Technol*, 5, 888–896.
- Nosa, S. P., Karnila, R., & Dirhami, A. (2020). Potensi kappa karagenan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) sebagai antioksidan dan inhibitor enzim α -glukosidase. *Berkala Perikanan Terubuk*, 48(2):1–10.
- Onyango, C., C. Mutungi., G. Unbehend., & M. G. Lindhauer. (2011). Modification of gluten-free sorghum batter and bread using maize, potato, cassava or rice starch. *Food Science and Technology*, 44(1):681–686.
- Puspitasari, B. C., Widyastuti S., & Amaro, M. (2023). Pengaruh konsentrasi ragi roti instan dan karagenan terhadap mutu roti tawar tersubstitusi tepung sorgum. *Pro Food (Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan)*, 9(1), 33–45.
- Pusuma, D. A., Praptiningsih, Y., & Choiron, M. (2018). Karakteristik roti tawar kaya serat yang disubstitusi menggunakan tepung ampas kelapa. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1), 29–42.
- Rahmah, A., Hamzah. F., & Rahmayuni. (2017). Penggunaan tepung komposit dari terigu, pati sagu dan tepung jagung dalam pembuatan roti tawar. *Jom FAPERTA*, 4(1), 1–14.
- Rahmawati, Y. D., & Wahyani, A. D. (2021). Sifat kimia *cookies* dengan substitusi tepung sorgum. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 8(1), 42–54.
- Sari, A. M., Kurniawati, L., & Mustofa, A. (2015). Karakteristik roti tawar dengan substitusi tepung

sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) terfermentasi dan tanpa fermentasi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8(1), 1–5.

- Sarofa, U., Anggreini, R. A., & Arditagarini, L. (2019). Pengaruh tingkat substitusi tepung sorgum termodifikasi pada tepung terigu dan penambahan gliserol monostearat terhadap kualitas roti tawar. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(2), 45–52.
- Suarni. (2004). Pemanfaatan tepung sorgum untuk produk olahan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 274, 45–151.
- Sumarno, Damardjati, D. S., Syam, M., & Hermanto. (2013). *Sorgum Inovasi Teknologi dan Pengembangan*. IAARD Press.
- Subejo, Arifa, N. S. A., Mustofa, M. H. (2014). *Lima Pilar Kedaulatan Pangan Nusantara*. Gajah Mada University Press.
- Waziroh, E., Murtini, E. S., & Yuwono, S. S. (2023). *Aplikasi Teknologi Inovatis pada Pengolahan Roti Bebas Gluten*. UB Press.
- Widyastuti, S., Nazaruddin., Handayani, B. R., Werdiningsih, W., Ariyana, M. D., & Rahayu N. (2021). Report on the use of λ - and κ -carrageenans extracted from seaweeds in improving bread quality [Special Issue for ICST2017]. *ASM Science Journal*, 14(2), 24–32.
- Wijaya, A. S. (2022). Formulasi roti tawar bebas gluten ditambah berbagai jenis dan konsentrasi bahan pangan lemak nabati. [Skripsi, Universitas Jember].