



Artikel

## Evaluasi Karakteristik Roti Komposit Bebas Gluten dengan Konsentrasi Hidrokolid dan Waktu Proofing yang Berbeda

*Evaluation of Gluten-Free Composite Bread Characteristics with Different Hydrocolloid Concentrations and Proofing Times*

Irawati Nur Indahsari<sup>1</sup>, Aji Sutrisno<sup>1</sup>, Devy Ulandari<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Pangan dan Bioteknologi, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

### Informasi Artikel

#### Genesis Artikel:

Diterima:  
04-07-2024  
Disetujui:  
29-07-2024

#### Keywords:

Arrowroot flour  
Cornstarch  
Gluten-free bread  
Hydrocolloid  
Rice flour

### ABSTRACT

Bread is generally made from wheat flour which contains gluten is known to have a negative effect on celiac disease patients, so other alternative ingredients are needed in making gluten-free bread. However, the use of these ingredients has a weakness in ability to retain gas during the proofing process, so a hydrocolloid additive, namely Carboxy methyl cellulose (CMC). The aim of this research is to determine the effect of adding CMC and proofing time on the physical characteristics of gluten-free bread. The research method used was a factorial randomized block design (RBD). Factors used in this research was the CMC concentration (1%, 2%, 3%) and the proofing time (30 and 45 minutes). A total of 6 treatment combinations were repeated 3 times to obtain a total of 18 experimental units. Data analysis took the form of analysis of variance (ANOVA) and further DMRT/BNT tests. The results showed that the addition of CMC and proofing time had a significant effect ( $p < 0.05$ ) on physical characteristics such as volume development, hardness, and stalling rate. This study shows that the addition of CMC and the right proofing time can improve the physical characteristics of gluten-free white bread. This research contributes to finding alternative products for people with celiac disease to get white bread products with good physical qualities.

### Kata Kunci:

Hidrokolid  
Maizena  
Roti bebas gluten  
Tepung beras  
Tepung garut

### ABSTRAK

Roti tawar umumnya berbahan dasar tepung terigu mengandung gluten yang berpengaruh negatif bagi penderita *celiac disease* sehingga perlu bahan alternatif lain dalam pembuatan roti tawar bebas gluten. Akan tetapi, penggunaan bahan bebas gluten untuk roti tawar memiliki kelemahan dalam menahan gas selama proses proofing sehingga digunakan bahan tambahan hidrokolid yaitu *Carboxymethyl cellulose* (CMC). Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh penambahan CMC dan waktu proofing terhadap karakteristik fisik roti tawar bebas gluten. Metode penelitian yang digunakan ialah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial. Faktor 1 ialah konsentrasi CMC (1%, 2%, 3%) dan faktor 2 ialah waktu proofing (30 menit dan 45 menit). Sebanyak 6 kombinasi perlakuan masing-masing diulang 3 kali sehingga diperoleh total 18 satuan percobaan. Analisis data berupa analisa ragam (ANOVA) dan uji lanjut DMRT/BNT. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penambahan CMC dan waktu proofing berpengaruh nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap karakteristik fisik berupa volume pengembangan, kekerasan, dan *stalling rate*. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan CMC dan waktu proofing yang tepat dapat meningkatkan karakteristik fisik roti bebas gluten. Penelitian ini berkontribusi untuk menemukan alternatif produk bagi penderita *celiac disease* untuk mendapatkan produk roti tawar dengan kualitas fisik yang baik.



### \*Penulis Korespondensi:

Email: [devy.u@ub.ac.id](mailto:devy.u@ub.ac.id)

doi: 10.30812/jtmp.v3i1.4207

Hak Cipta ©2024 Penulis, Dipublikasikan oleh Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

Cara Sitasi: Indahsari, I.N., Sutrisno, A., Ulandari, D. (2024). Evaluasi Karakteristik Roti Komposit Bebas Gluten dengan Konsentrasi Hidrokolid dan Waktu Proofing yang Berbeda. Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan,

3(1), 31-41. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v3i1.4207>

## 1. PENDAHULUAN

Roti tawar merupakan salah satu produk pangan fermentasi yang umumnya terbuat dari tepung terigu dengan penambahan ragi atau bahan pengembang lainnya yang kemudian dipanggang dalam oven. Penggunaan tepung terigu sebagai bahan utama roti tawar memiliki kekurangan akibat tepung terigu masih diperoleh secara impor. Impor gandum juga sangat tinggi di Indonesia yaitu sekitar 100 juta ton biji gandum masuk ke pasar internasional setiap tahunnya, dimana Indonesia mengimpor sekitar 7 juta ton per tahun atau 7% dari stok gandum di pasar internasional (Kementerian Pertanian, 2016). Roti umumnya terbuat dari tepung terigu yang mengandung gluten. Gluten ketika dikonsumsi dapat menyebabkan gangguan fungsi pencernaan (*celiac disease*). *Celiac disease* merupakan kelainan seumur hidup yang umum terjadi di seluruh dunia, prevalensinya berkisar antara 0,7% dan 2,9% pada populasi secara umum dengan frekuensi lebih tinggi pada perempuan dan kelompok beresiko tertentu seperti individu dengan kerabat penderita celiac dan juga pasien dengan penyakit autoimun penyakit autoimun (Gatti et al., 2024). Satu-satunya pengobatan yang telah terbukti dalam penanganan *celiac disease* ialah kepatuhan akan diet ketat, seumur hidup, dan terutama untuk produk bebas gluten (Discepolo et al., 2024). Sehingga perlu adanya penggunaan bahan baku alternatif untuk menggantikan tepung terigu tersebut. Adapun beberapa bahan lokal yang dapat digunakan sebagai alternatif dalam menggantikan tepung terigu dalam pembuatan roti tawar bebas gluten ialah tepung garut, tepung beras, dan maizena atau pati jagung (Salsabila et al., 2019; Utomo et al., 2017; Muthoharoh & Sutrisno, 2017).

Tepung garut diketahui dapat meningkatkan kadar serat kasar dan karbohidrat jika ditambahkan dalam pembuatan roti tawar. Penambahan 10-30% tepung garut diharapkan dapat menjadi campuran bahan dasar pembuatan roti tawar dan dapat menggantikan peranan tepung terigu yang umum digunakan dalam produksi roti tawar (Sudaryati et al. (2018). Penggunaan tepung beras cocok untuk aplikasi produk bebas gluten karena produk akhir memiliki karakteristik rasa hambar, warna putih, daya cerna tinggi, dan memiliki sifat *hypoallergenic* (Neumann & Bruemmer, 1997). Kandungan protein, natrium dan tingkat prolamin yang rendah serta adanya karbohidrat mudah dicerna menjadikan beras baik untuk penderita alergi. Penggunaan tepung maizena dalam pembuatan roti dapat menghasilkan roti dengan pori-pori *crumb* seragam namun sangat kecil karena tidak dapat menahan tekanan gas (Kuswardani & Trisnawati, 2008).

Masalah pokok dalam pembuatan roti non gluten adalah kemampuannya dalam menahan gas rendah, sehingga dibutuhkan *hidrokoloid* sebagai pengganti gluten. *Hidrokoloid* mampu membentuk kesatuan struktur yang melapisi adonan tepung bebas gluten sehingga dapat meningkatkan kapasitas pengembangan, kemampuan menahan gas dan volume spesifik roti yang dihasilkan (Mancebo et al., 2015). *Hidrokoloid* merupakan salah satu jenis bahan yang dapat digunakan untuk optimalisasi pembentukan struktur adonan dan roti (Lazaridou et al., 2007). Beberapa jenis *hidrokoloid* telah diaplikasikan dalam pembuatan roti tawar bebas gluten berbahan dasar campuran tepung garut, beras, dan maizena, jenis *hidrokoloid* yang digunakan adalah glukomanan dengan beberapa konsentrasi berbeda, namun tidak memberikan hasil yang signifikan (Muthoharoh & Sutrisno, 2017). Adiluhung & Sutrisno (2018) dalam studinya telah membuat roti tawar dengan bahan baku tepung beras 100% dengan penambahan glukomanan sebagai *hidrokoloid* dengan konsentrasi berbeda untuk membantu pengembangan roti tawar non gluten tersebut. Adapun jenis *hidrokoloid* lain seperti *carboxymethyl cellulose* (CMC) juga telah dimanfaatkan dalam pembuatan roti tawar bebas gluten yang terbuat dari campuran tepung sorgum, tapioka, dan maizena dengan rasio tepung yang berbeda, pada studi ini tidak ada variasi penambahan *hidrokoloid* yang dilakukan (Wijaya, 2022).

Selain penggunaan jenis dan konsentrasi *hidrokoloid* yang digunakan, penentu kualitas roti tawar bebas gluten yaitu pengendalian proses. Pengendalian dalam proses juga penting untuk menghasilkan kualitas roti yang optimal seperti *proofing*. *Proofing* merupakan waktu istirahat yang diperlukan oleh adonan untuk mengembang, proses ini dapat dilakukan dengan cara menutup adonan dengan plastik atau dengan memberikan uap air dalam rak *proofing* (Krissetiana et al., 2020). Ikarini et al. (2023) menyatakan bahwa waktu *proofing* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap beberapa karakteristik roti tawar bebas gluten, diantaranya ialah volume spesifik, kekerasan dan penerimaan sensoris. Menurut Istudor et al. (2020) waktu *proofing* untuk roti tawar berkisar antara 40 hingga 90 menit pada suhu 30-40°C. Berdasarkan beberapa studi tersebut, pengamatan mengenai faktor penggunaan jenis *hidrokoloid* CMC yang diaplikasikan dalam pembuatan roti tawar bebas gluten berbahan dasar campuran tepung garut, beras dan maizena dan perbedaan waktu *proofing* dalam proses pembuatan belum pernah dilakukan. Adapun faktor perbedaan konsentrasi penambahan CMC dan waktu *proofing* yang tepat perlu ditelusuri untuk menghasilkan produk roti tawar dengan kualitas fisik, kimia dan organoleptik yang baik. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi penggunaan CMC dan waktu *proofing* yang tepat untuk menghasilkan roti tawar bebas gluten berbahan dasar campuran tepung garut, beras, dan maizena dengan kualitas fisik, kimia dan organoleptik yang baik. Penelitian ini berkontribusi untuk menemukan alternatif produk bagi penderita *celiac disease* untuk mendapatkan produk roti tawar dengan kualitas fisik, kimia dan organoleptik yang baik.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Alat dan Bahan

Bahan utama pembuatan roti tawar yaitu tepung garut, maizena (328, Indonesia), tepung beras (rose brand, Indonesia), CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) (Koepoe-koepoe, Indonesia), gula (Gulaku, Indonesia), garam (Kapal, Indonesia), telur, ragi (Fermipan, Indonesia), susu skim (Indomilk, Indonesia), margarin (Forvita, Indonesia). Bahan kimia yang diperlukan adalah tablet kjeldahl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HBO<sub>3</sub>, aquades, indicator PP, NaOH 30%, HCl 0,1N, metil red, dan petroleum eter.

Alat yang digunakan dalam pembuatan roti tawar bebas gluten adalah mixer (Kirin), oven listrik (Kirin), baskom, kain saring, sendok, gelas ukur, kuas, loyang aluminium, timbangan analitik (*Mettler Toledo*), timbangan digital (*Ohaus*). Sedangkan alat yang digunakan dalam analisa adalah labu kjeldahl, lemari asam, distilator (*Buchi*), kompor listrik (*Maspion*), labu soxhlet (*Gerhardt*), reflux (*Rocker*), furnace (*Thermolyne*), *color reader*, perangkat titrasi (*Metrohm Herisau*), timbangan analitik (*Mettler Toledo*), tensile strength instrument (*gauge force*), oven listrik (*Memmert*), gelas ukur (*pyrex*), gelas beaker (*Pyrex*), Erlenmeyer (*Pyrex*), labu ukur (*Pyrex*), kertas saring, cawan porselen.

### 2.2. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 2 Faktor yaitu penambahan CMC (1%, 2%, 3%) dan waktu *proofing* (30 menit dan 45 menit). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 satuan percobaan.

### 2.3. Metode Pembuatan Roti Tawar

Bahan baku seperti telur, gula, garam, margarin cair dan susu skim dimasukkan kedalam wadah baskom kemudian dimixer dengan kecepatan tinggi selama 3 menit, kemudian ditambahkan tepung komposit beserta ragi dan air lalu dimixer kembali selama 2 menit, setelah tercampur rata CMC (1%, 2% atau 3%) dimasukkan dan dimixer kembali selama 2 menit. Adonan yang telah siap dimasukkan ke dalam loyang yang telah diolesi mentega kemudian ditutup dan di *proofing* selama 30 atau 45 menit pada suhu ruang  $\pm 28^{\circ}\text{C}$ . Adonan roti kemudian dipanggang menggunakan oven selama 45 menit pada suhu  $170^{\circ}\text{C}$ . Roti tawar yang telah jadi kemudian dianalisa fisik, kimia dan organoleptik.

### 2.4. Metode Analisa Kimia

Analisis kimia berupa kadar air dan abu menggunakan metode gravimetri. Pengukuran kadar lemak menggunakan metode Soxhlet dengan pelarut petroleum eter. Kadar protein diukur menggunakan metode Kjeldahl serta pengujian karbohidrat dengan metode *by difference* (Nielsen, 2017).

### 2.5. Metode Analisa Fisik

Pengukuran kualitas fisik roti meliputi pengukuran volume pengembangan menggunakan metode Hartajanie & Rhanie (2010) dengan cara mengukur panjang  $\times$  lebar  $\times$  tinggi dari adonan dan roti menggunakan jangka sorong digital, selanjutnya volume roti pengembangan roti dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\% \text{Volume Pengembangan Roti} = \frac{\text{Volume Roti} - \text{Volume Adonan}}{\text{Volume Adonan}} \times 100\% \quad (1)$$

Pengukuran kekerasan roti dilakukan menggunakan *Universal Texture Machine*, produk roti yang sudah didiamkan selama 20 menit setelah dioven lalu dipotong dengan ukuran 5x5 cm. Potongan roti kemudian diletakkan pada alat dan dilakukan penetrasi sebanyak 3 titik. Hasil pengukuran kekerasan akan ditampilkan pada layar dengan satuan newton (N).

Pengukuran staling rate dilakukan dengan memotong Roti yang telah didinginkan dengan ukuran 5x5 cm sebagian roti disimpan dalam plastik PE dan sebagian diukur kekerasannya. Roti yang telah disimpan selama 24 jam kemudian diukur kekerasannya. Staling rate diukur menggunakan persamaan 2.

$$\% \text{ Staling Rate} = \frac{\text{Kekerasan setelah 24 jam} - \text{Kekerasan}}{\text{Kekerasan}} \times 100\% \quad (2)$$

Pengukuran derajat keputihan dilakukan dengan alat ukur *color reader*. Produk roti yang diukur adalah bagian *crumb* roti. Alat *color reader* diletakkan pada permukaan *crumb* roti sehingga diperoleh nilai L\*, a\*, dan b\*. Derajat keputihan dihitung menggunakan persamaan 3

$$\% \text{ WI} = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (3)$$

Pengukuran ukuran pori roti mengadaptasi metode yang digunakan oleh Putri & Murtini (2017). Roti dipotong dengan ukuran 0,5 cm kemudian discan dengan bantuan scanner, hasil scan kemudian dianalisis menggunakan aplikasi imageJ dengan luas permukaan roti sebesar 4 cm<sup>2</sup>. Ukuran pori merupakan average size yang ditampilkan pada aplikasi imageJ.

## 2.6. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan ANOVA Jika terdapat beda nyata ( $P < 0,05$ ) yang diukur menggunakan software Minitab 16. Uji lanjut dilakukan apabila antara kedua faktor menunjukkan perbedaan yang signifikan sedangkan uji lanjut BNT dilakukan apabila terdapat 1 faktor saja yang menunjukkan perbedaan signifikan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Karakteristik Bahan Baku

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik dari bahan baku tepung komposit yang digunakan yaitu tepung garut, tepung beras dan tepung maizena berbeda-beda. Adapun komposisi kimia yang dianalisa meliputi kadar air, abu, lemak protein dan karbohidrat. Berdasarkan data yang tertera pada tabel 1, kadar air dan kadar abu tertinggi dimiliki oleh tepung garut, sedangkan kandungan lemak dan protein tertinggi dimiliki oleh tepung Maizena sedangkan kandungan karbohidrat tertinggi dimiliki oleh tepung beras

Tabel 1. Data Analisa Kimia Bahan Baku

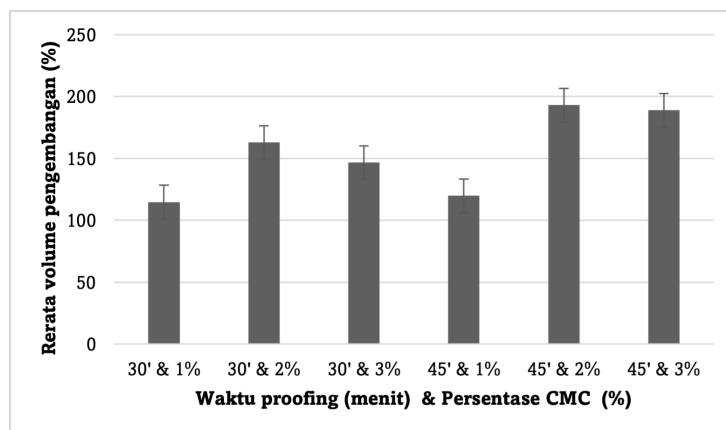
Komposisi (%)	Tepung Garut	Tepung Beras	Maizena
Air	12,87	12,11	11,2
Abu	0,63	0,53	0,1
Lemak	0,34	1,21	3,5
Protein	3,74	5,23	8,1
Karbohidrat	82,6	83,02	76,8

Hasil Analisa tepung garut ini sejalan dengan beberapa penelitian yang melakukan Analisa proksimat untuk tepung garut (Novitasari et al., 2022; Riyansah et al., 2019). Kandungan bahan baku tepung garut yang digunakan secara umum sedikit berbeda jika dibandingkan dengan tepung garut yang dianalisa oleh Novitasari et al. (2022) yang memiliki kadar air berkisar antara 9,76-10,69%, kadar abu 0,68-3,25%, kadar protein 1,26-3,05%, kadar lemak 0,39-0,59% dan kadar karbohidrat 78,96-83,98%. Sedangkan studi lain yang dilakukan oleh Riyansah et al. (2019), menunjukkan bahwa kadar air untuk pati garut termodifikasi 13,24%, kadar abu 0,23% kadar protein 1,13%, kadar lemak 0,05% dan kadar karbohidrat 85,35. Hasil Analisa mengenai kandungan proksimat untuk tepung beras pada studi ini tidak berbeda signifikan jika dibandingkan dengan studi yang dilakukan oleh Nuraisyah et al. (2018), dimana tepung beras tersebut memiliki kadar air 11,42%, kadar abu 0,44%, kadar protein 7,83, kadar lemak 0,41 dan kadar karbohidrat 79,90%. Pada penelitian tersebut memiliki kadar air, lemak, abu dan karbohidrat lebih rendah, sedangkan kadar protein lebih tinggi jika dibandingkan dengan studi ini. Hasil analisa proksimat yang cukup berbeda juga ditunjukkan oleh Kraithong et al. (2018) yang menunjukkan perbedaan rasio kandungan proksimat pada tepung beras. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan jenis beras yang digunakan.

Hasil Analisa proksimat untuk tepung maizena menunjukkan sedikit perbedaan jika dibandingkan dengan studi yang dilakukan oleh Sugiyono et al. (2010), yang memiliki kadar air 7,45% kadar abu 0,13%, kadar lemak 2,38%, kadar protein 6,67% dan kadar karbohidrat 83,37%. Penelitian tersebut menunjukkan kandungan kadar air, lemak dan protein yang lebih rendah sedangkan kandungan kadar abu dan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil studi ini. Perbedaan karakteristik pada tepung dapat disebabkan oleh perbedaan jenis garut yang digunakan, metode pengeringan, suhu pengeringan, lama pengeringan, ukuran partikel tepung, dan ada tidaknya proses modifikasi tepung (Budiarti et al., 2021; Putri et al., 2021; Riyansah et al., 2019). Kandungan yang terkandung pada tepung garut ini sudah sesuai dengan standar SNI untuk tepung garut yaitu kadar air maksimal 16% (Badan Standarisasi Nasional, 1999). Sedangkan standar untuk kadar air dan kadar abu untuk tepung terigu yang merupakan bahan utama untuk pembuatan produk roti yaitu 14,5% dan 0,7%. Selain itu standar minimum kadar protein pada tepung terigu menurut SNI 3751:2009 ialah 7,0%, maka bahan yang memiliki karakteristik kadar protein mendekati tepung terigu ialah maizena (Badan Standarisasi Nasional, 2009). Berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh Badan standarisasi Nasional tersebut, maka seluruh tepung yang digunakan merupakan tepung yang cocok digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan roti.

### 3.2. Volume Pengembangan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CMC, waktu *proofing* dan interaksi konsentrasi *hidrokoloid* CMC dan waktu *proofing* berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap volume pengembangan roti tawar non gluten berdasarkan analisa ragam (ANOVA). Secara garis besar semakin lama waktu *proofing* menunjukkan peningkatan volume pengembangan roti. Sedangkan peningkatan jumlah CMC hingga 2% menunjukkan peningkatan volume pengembangan yang cukup signifikan, namun setelah peningkatan jumlah penambahan 3% volume pengembangan menurun. Gambar 1 menunjukkan pengaruh konsentrasi CMC dan lama *proofing* terhadap volume pengembangan.



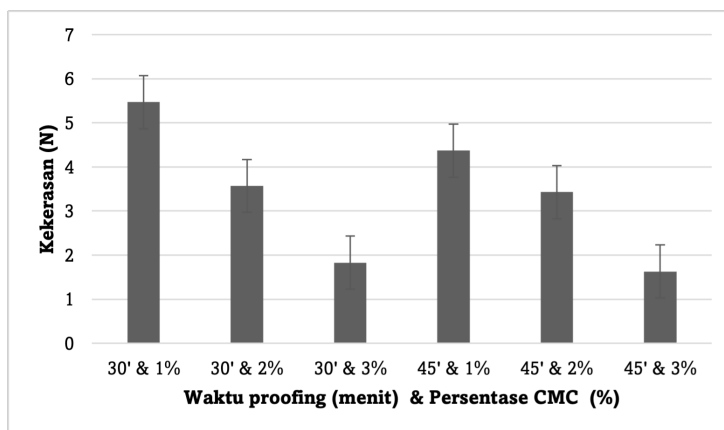
Gambar 1. Pengaruh Penambahan CMC Dan Lama *Proofing* Terhadap Volume Pengembangan Roti

Gambar 1. Menunjukkan bahwa roti dengan penambahan CMC 2% dan *proofing* 45 menit memiliki volume pengembangan tertinggi, sedangkan volume pengembangan terendah terdapat pada penambahan CMC 1% dan *proofing* 30 menit. Menurut [Cauvain & Young \(2015\)](#) produksi gas CO<sub>2</sub> sangat dipengaruhi oleh jumlah *yeast* dan kondisi fermentasi, dimana retensi gas berhubungan dengan pengembangan dan sifat *rheology* adonan. Selain itu faktor yang mempengaruhi pengembangan roti menurut [De La Hera et al. \(2014\)](#) yaitu air dimana semakin tinggi kandungan air pada adonan maka semakin tinggi volume pengembangan roti non gluten yang dihasilkan. Sementara adanya CMC mempengaruhi kekuatan adonan dalam menahan gas yang dihasilkan selama *proofing*. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [Lazaridou et al. \(2007\)](#) yang menyatakan bahwa *hidrokoloid* seperti (CMC, *xanthan gum*, *agarose* dan  $\beta$ -glucan) memiliki fungsi yang baik bagi roti tawar non gluten seperti meningkatkan volume roti, tekstur, porositas dan elastisitas *crumb* dan sifat sensori. Peningkatan volume dengan meningkatnya waktu sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [Muthoharoh & Sutrisno \(2017\)](#) yang menunjukkan peningkatan volume pengembangan roti bebas gluten dengan peningkatan waktu *proofing* hingga 60 menit.

### 3.3. Kekerasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CMC, waktu *proofing* dan interaksi konsentrasi *hidrokoloid* CMC dan waktu *proofing* berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kekerasan roti tawar non gluten berdasarkan analisa ragam (ANOVA). Secara garis besar, peningkatan waktu *proofing* dan jumlah penambahan CMC menyebabkan penurunan kekerasan dari roti tawar. Pengaruh konsentrasi CMC dan lama *proofing* terhadap kekerasan dapat dilihat pada Gambar 2.



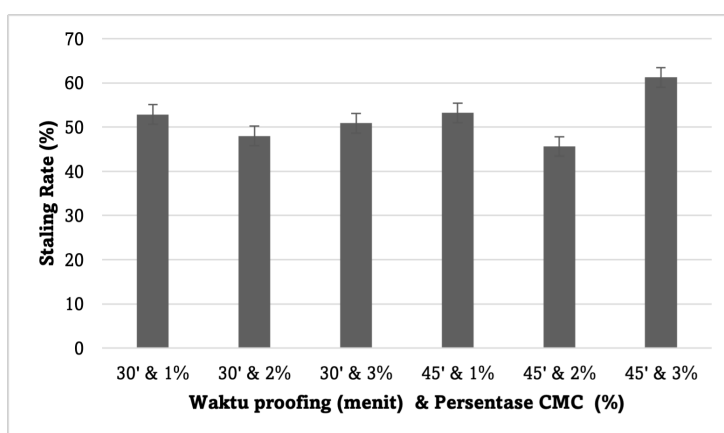


Gambar 2. Pengaruh Penambahan CMC Dan Lama *Proofing* Terhadap Kekerasan Roti

Gambar 2 Menunjukkan bahwa roti dengan penambahan CMC 1% dan *proofing* 30 menit memiliki kekerasan tertinggi, sedangkan kekerasan terendah terdapat pada penambahan CMC 3% dan *proofing* 45 menit. Perbedaan yang terjadi pada tingkat kekerasan roti tawar dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain yaitu volume roti tawar, kadar air dan shortening Wijayanti (2007). Menurut Park et al. (2008), dan Choi (2010) bahwa kekerasan roti akan signifikan menurun seiring dengan meningkatnya volume roti dan juga sebaliknya. Selain itu, tingkat kekerasan juga dipengaruhi distribusi kadar air dalam pori roti dimana peningkatan kekerasan dalam roti disebabkan oleh hilangnya kelembaban, retrogradasi pati dan distribusi air selama penyimpanan (Ulziijargal et al., 2013). Hasil penelitian ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh (Adiluhung & Sutrisno, 2018; Muthoharoh & Sutrisno, 2017) yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan tingkat kekerasan dengan semakin meningkatnya penambahan hidrokoloid. Studi ini juga menjelaskan bahwa kekerasan roti cenderung menurun dengan semakin meningkatnya waktu *proofing*.

#### 3.4. Staling Rate

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CMC, waktu *proofing* dan interaksi konsentrasi hidrokoloid CMC dan waktu *proofing* berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap *Staling Rate* roti tawar non gluten berdasarkan hasil analisa ragam (ANOVA). Secara umum semakin lama waktu fermentasi menyebabkan Pengaruh konsentrasi CMC dan lama *proofing* terhadap *Staling Rate* dapat dilihat pada Gambar 3.

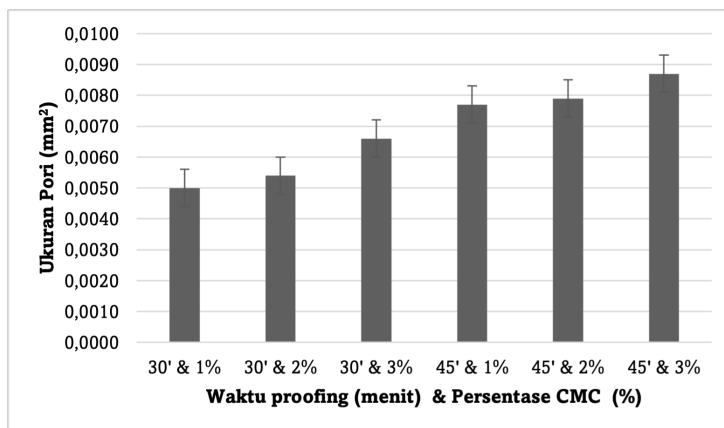


Gambar 3. Pengaruh Penambahan CMC Dan Lama *Proofing* Terhadap *Staling Rate* Roti

Gambar 3 Menunjukkan bahwa roti dengan penambahan CMC 3% dan *proofing* 45 menit memiliki *Staling Rate* tertinggi, sedangkan *Staling Rate* terendah terdapat pada penambahan CMC 2% dan *proofing* 45 menit. Menurut Lagrain et al. (2008) penyebab *staling* yaitu retrogradasi pati dimana bahan baku yang digunakan (tepung garut, tepung maizena dan tepung beras) mengandung amilosa dan amilopektin. Granula pati yang berisi amilosa dan amilopektin yang rusak selama proses pengovenan, pendinginan dan penyimpanan akan mengalami retrogradasi. Amilosa dari granula yang rusak akan membentuk ikatan kompleks dengan granula lain membentuk jaringan yang berkelanjutan. Sedangkan amilopektin akan membentuk ikatan *double helix* dan membentuk bagian yang kristalin. Hal ini nantinya akan membuat granula pati yang membengkak menjadi semakin rigid.

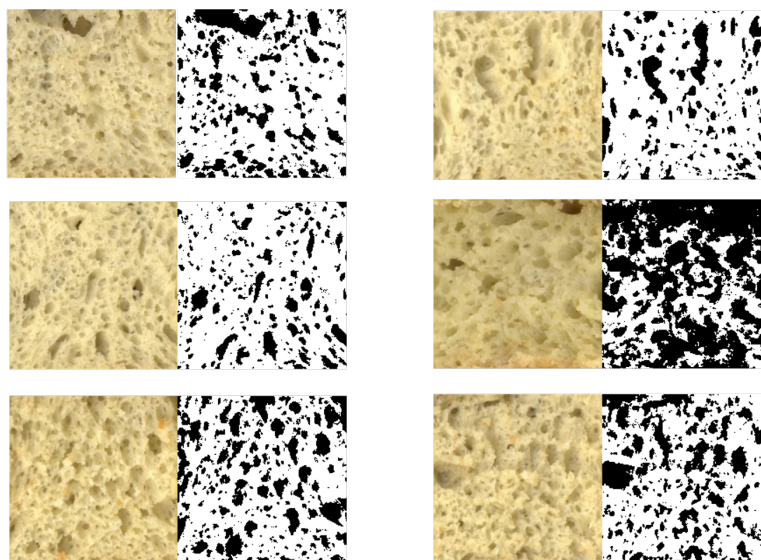
### 3.5. Ukuran pori

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu *proofing* berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap ukuran pori rata-rata roti tawar non gluten, sedangkan konsentrasi *hidrokolloid* CMC tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap ukuran pori rata-rata roti tawar non gluten. Secara umum, ukuran pori-pori roti akan lebih besar dengan semakin lamanya waktu *proofing*. Pengaruh lama *proofing* dan konsentrasi *hidrokolloid* terhadap ukuran pori dari roti tawar bebas gluten dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh penambahan CMC dan Lama Proofing Terhadap Ukuran Pori Roti

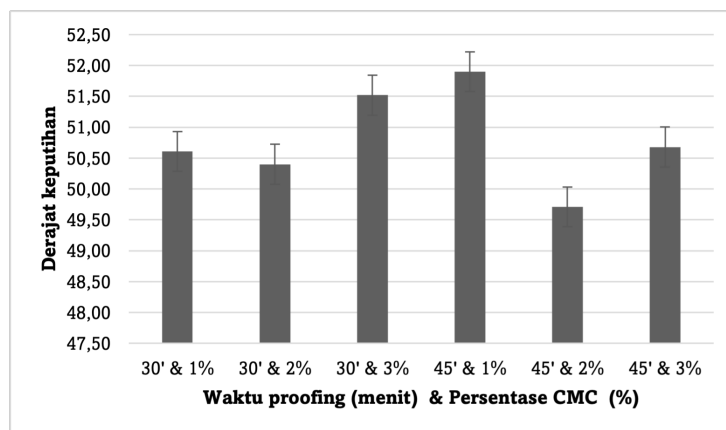
Gambar 4 Menunjukkan bahwa roti dengan waktu proofing 45 menit memiliki ukuran pori tertinggi, sedangkan ukuran pori terendah terdapat pada perlakuan proofing 30 menit. Rerata ukuran pori roti tawar juga erat kaitannya dengan volume pengembangan terutama kemampuan dan kekuatan menahan gas yang dihasilkan selama *proofing* (Widodo et al., 2014). Hasil ini sesuai dengan penelitian Karimi et al. (2012) yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu *proofing* maka akan semakin meningkat produksi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh *yeast* pada proses fermentasi sehingga porositas roti tawar akan semakin meningkat. Kenampakan ukuran pori dari roti tawar bebas gluten hasil analisis software *Image J* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Ukuran Pori Roti Tawar Non Gluten Hasil Scan (Kiri), Hasil Analisis oleh *Software Image J* (Kanan) dengan Perlakuan Konsentrasi Penambahan *Hidrokolloid* dan Waktu Proofing

### 3.6. Derajat Keputihan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CMC berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap derajat keputihan roti tawar non gluten, sedangkan waktu *proofing* tidak berpengaruh nyata terhadap derajat keputihan roti tawar non gluten berdasarkan analisa ragam (ANOVA). Pengaruh konsentrasi CMC terhadap derajat keputihan dapat dilihat pada Gambar 6.

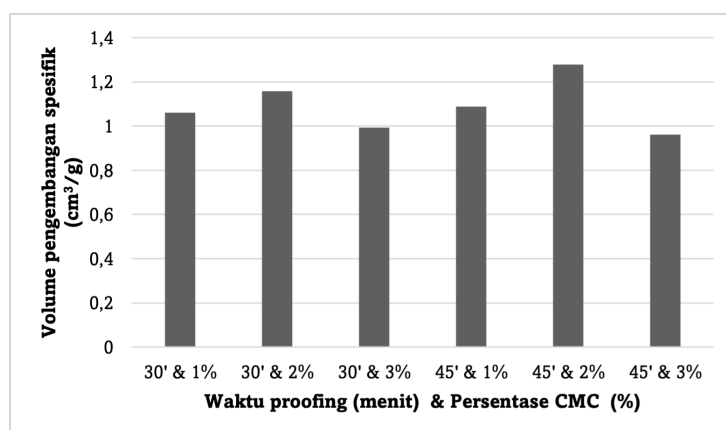


Gambar 6. Pengaruh konsentrasi CMC dan Lama *Proofing* terhadap derajat keputihan Roti

Gambar 6 menunjukkan bahwa roti dengan konsentrasi CMC 1% memiliki derajat keputihan tertinggi, sedangkan derajat keputihan terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi CMC 2%. Perbedaan nilai derajat keputihan pada roti tawar non gluten dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain reaksi *maillard* (reaksi antara karbohidrat dengan protein), karamelisasi (gula terkena panas) (Hazizah & Estiasih, 2013) dan bahan baku (tepung garut yang berwarna agak kecoklatan). Reaksi *maillard* dapat terjadi karena keberadaan protein pada bahan baku seperti telur dan susu skim, serta karbohidrat pada tepung beras, maizena dan garut serta adanya panas selama proses pengovenan (Agustini et al., 2015). Hasil ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Muthoharoh & Sutrisno (2017) dimana penambahan *hidrokoloid* dengan konsentrasi yang berbeda dapat mempengaruhi derajat keputihan dari roti tawar bebas gluten yang berbahan dasar tepung garut, beras dan maizena.

### 3.7. Volume Pengembangan Spesifik

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa konsentrasi CMC berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap volume pengembangan spesifik roti tawar non gluten, sedangkan waktu *proofing* tidak berpengaruh nyata terhadap volume pengembangan spesifik roti tawar non gluten. Pengaruh konsentrasi CMC terhadap volume pengembangan spesifik dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh konsentrasi CMC dan waktu *proofing* terhadap volume pengembangan spesifik Roti

Gambar 7 Menunjukkan bahwa roti dengan konsentrasi CMC 2% memiliki volume pengembangan spesifik tertinggi, sedangkan volume pengembangan spesifik terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi CMC 3%. Hal ini diduga karena tidak adanya gluten yang berfungsi sebagai matriks pada roti tersebut sehingga kemampuan roti untuk mengembang menjadi turun serta mempengaruhi volume spesifik roti. Hasil ini berbeda dengan temuan dari Muthoharoh & Sutrisno (2017) dimana, pada studi tersebut, hanya waktu *proofing* yang memberikan pengaruh signifikan terhadap volume spesifik roti, sedangkan konsentrasi penambahan CMC tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Menurut (Soekotjo, 2010) resistensi regangan atau ekstensibilitas adonan yang sangat rendah menunjukkan kemampuan menahan gas yang buruk sehingga volume pengembangan yang dihasilkan rendah. Volume pengembangan adonan spesifik dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain komposisi bahan termasuk kualitas tepung. Peningkatan volume pengembangan spesifik roti dipengaruhi oleh jumlah gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan selama proses *proofing* yang menyebabkan terbentuknya pori-pori dan mengembangnya roti (Jha et al., 2017). Penggunaan



tepung komposit yang tidak mengandung gluten membuat kemampuan adonan dalam menahan gas sangat rendah, struktur jaringan yang terbentuk lemah sehingga pengembangan roti kurang (Adiluhung & Sutrisno, 2018).

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *hidrokoloid* dan waktu *proofing* memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap karakteristik fisik, kimia dan organoleptik roti tawar non gluten, kecuali pada parameter ukuran pori, derajat keputihan dan volume pengembangan spesifik. Kombinasi formulasi roti dengan 2% CMC dan waktu *proofing* 45 menit menghasilkan roti dengan volume pengembangan tertinggi, kekerasan terendah, dan ukuran pori optimal. Penggunaan 2% CMC juga memberikan derajat keputihan yang baik meskipun tidak tertinggi, dan staling rate yang optimal. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa dengan penambahan CMC 2% dan waktu *proofing* 45 menit, roti tawar bebas gluten yang dihasilkan memiliki kualitas fisik, kimia, dan organoleptik yang baik, menawarkan alternatif yang cocok bagi penderita *celiac disease*.

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang berperan dalam terciptanya artikel ini.

#### 6. DEKLARASI

##### Taksonomi Peran Kontributor

Semua penulis berkontribusi sama sebagai kontributor utama dari makalah ini. Semua penulis membaca dan menyetujui makalah akhir

##### Pernyataan Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima hibah khusus dari lembaga pendanaan di sektor publik, komersial, atau nirlaba.

##### Pernyataan Kepentingan Bersaing

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan keuangan yang bersaing atau hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi pekerjaan yang dilaporkan dalam makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiluhung, W. D. & Sutrisno, A. (2018). Pengaruh konsentrasi glukomannan dan waktu proofing terhadap karakteristik tekstur dan organoleptik roti tawar beras (*Oryza sativa*) bebas gluten. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(4), 26–37. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.04.4>.
- Agustini, S., Priyanto, G., Hamzah, B., Santoso, B., & Pambayun, R. (2015). Pengaruh Modifikasi Proses Terhadap Kualitas Sensoris Kue Delapan Jam. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 26(2).
- Badan Standarisasi Nasional (1999). SNI 01-6057-1999 : Tepung Garut.
- Badan Standarisasi Nasional (2009). SNI 3751:2009: Tepung terigu sebagai bahan makanan.
- Budiarti, G. I., Sya'bani, I., & Alfarid, M. A. (2021). Pengaruh Pengeringan terhadap Kadar Air dan Kualitas Bolu dari Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L). *Fluida*, 14(2), 73–79. <https://doi.org/10.35313/fluida.v14i2.2638>.
- Cauvain, S. P. & Young, L. S. (2015). *Technology of Breadmaking Third Edition*. Springer.
- Choi, I.-D. (2010). Substitution of rice flour on bread-making properties. *Korean Journal of Food Preservation*, 17(5), 667–673.
- De La Hera, E., Rosell, C. M., & Gomez, M. (2014). Effect of water content and flour particle size on gluten-free bread quality and digestibility. *Food chemistry*, 151, 526–531. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.115>.
- Discepolo, V., Kelly, C. P., Koning, F., & Schuppan, D. (2024). How future pharmacologic therapies for celiac disease will complement the gluten-free diet. *Gastroenterology*, 167(1), 90–103. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2024.02.050>.
- Gatti, S., Rubio-Tapia, A., Makharia, G., & Catassi, C. (2024). Patient and Community Health Global Burden in a World With More Celiac Disease. *Gastroenterology*, 167(1). <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2024.01.035>.

- Hartajanie, L. & Rhanie, A. (2010). Peningkatan Kualitas Roti Non Terigu Berbasis Tepung Ubi Kayu (Manihot utilissima) Menggunakan Hidrokolid dan Enzim. *Skripsi. Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.*
- Hazizah, H. & Estiasih, T. (2013). Karakteristik cookies umbi inferior uwi putih (kajian proporsi tepung uwi: pati jagung dan penambahan margarin). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1), 138–147.
- Ikarini, A. H., Sutrisno, A., & Setyo Yuwono, S. (2023). Effect of Batter Method and Proofing Time on Physical and Sensory Characteristics of Gluten-Free Bread. *Jurnal Teknologi Pertanian.*
- Istudor, A., Voicu, G., Muscalu, G., & Tudor, P. (2020). Evaluation of carbon dioxide released by bread dough during proving stage. In *E3S Web of Conferences*, volume 180. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018003012>.
- Jha, P. K., Chevallier, S., Cheio, J., Rawson, A., & Le-Bail, A. (2017). Impact of resting time between mixing and shaping on the dough porosity and final cell distribution in sandwich bread. *Journal of Food Engineering*, 194. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.07.016>.
- Karimi, M., Fathi, M., Sheykholeslam, Z., Sahraiyani, B., & Naghipoor, F. (2012). Effect of different processing parameters on quality factors and image texture features of bread. *J Bioprocess Biotech*, 2, 2–7.
- Kementerian Pertanian (2016). Konsumsi Gandum di Indonesia Terus Meningkat.
- Kraithong, S., Lee, S., & Rawdkuen, S. (2018). Physicochemical and functional properties of Thai organic rice flour. *Journal of Cereal Science*, 79, 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.10.015>.
- Krissetiana, H., Kiswanto, Y., & Suyanto, R. (2020). Perlakuan Proofing Terhadap Sifat Sensoris Roti Mocaf. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 5(1). <https://doi.org/10.33061/jitipari.v5i1.3638>.
- Kuswardani, I. & Trisnawati, Y. (2008). Kajian Penggunaan Xanthan Gum pada Roti Tawar Non Gluten yang Terbuat dari Maizena, Tepung Beras dan Tapioka. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi (Journal of Food Technology and Nutrition)*, 7(1). <https://doi.org/10.33508/jtpg.v7i1.150>.
- Lagrain, B., Leman, P., Goesaert, H., & Delcour, J. A. (2008). Impact of thermostable amylases during bread making on wheat bread crumb structure and texture. *Food research international*, 41(8), 819–827. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.07.006>.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., & Biliaderis, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of food engineering*, 79(3), 1033–1047. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032>.
- Mancebo, C. M., Picón, J., & Gómez, M. (2015). Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. *LWT*, 64(1). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.057>.
- Muthoharoh, D. F. & Sutrisno, A. (2017). Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten Berbahan Baku Tepung Garut, Tepung Beras, dan Maizena (Konsentrasi Glukomanan dan Waktu Proofing). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 5(2), 33–44.
- Neumann, H. & Bruemmer, J.-M. (1997). Investigations with the production of gluten-free bread and roll specialities. *Getreide Mehl und Brot (Germany)*, 51(1).
- Nielsen, S. S. (2017). *Food analysis*. West Lafayette: Springer, fifth edition. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5>.
- Novitasari, E., Ernawati, R., Lasmono, A., Nafiah Ramadhani, T., & Meithasari, D. (2022). Komposisi Kimia Tepung dan Pati Umbi Ganyong dan Garut Koleksi Kebun Sumber Daya Genetik Natar, Lampung Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10*, 1, 929–936.
- Nuraisyah, A., Raharja, S., & Udin, F. (2018). Karakteristik Kimia Roti Tepung Beras Dengan Tambahan Enzim Transglutaminase. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 28(3), 319–331. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.3.319>.
- Park, M.-K., Lee, K.-S., & Lee, K.-H. (2008). Effects of rice powder particle size in baked rice breads. *Journal of The East Asian Society of Dietary Life*, 18(3), 397–404.
- Putri, D. A. & Murtini, E. S. (2017). Potensi Edamame Sebagai Pengganti Kuning Telur dalam Pembuatan Donat Mengandung Kentang. *Journal of Food Technology & Industry/Jurnal Teknologi Industri Pangan*, 28(2), 102–110. <https://doi.org/10.6066/jtip.2017.28.2.102>.

- Putri, D. A., Murtini, E. S., & Sunarharum, W. B. (2021). The characteristics of dried Suji (*Dracaena angustifolia* (medik.) Roxb.) leaves powder produced by different drying methods and temperatures. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, volume 733. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012084>.
- Riyansah, A., Putri, D. N., & Damat, D. (2019). Kajian Kajian Substitusi Pati Garut (*Maranta arundinacea*) Alami Dan Termodifikasi Pada Karakteristik Roti Manis Dengan Penambahan Tepung Kacang Merah. *Food Technology and Halal Science Journal*, 2(1), 178. <https://doi.org/10.22219/fths.v2i1.12974>.
- Salsabila, K., Ansori, M., & Paramita, D. O. (2019). Eksperimen Pembuatan Cupcake Free Gluten Berbahan Dasar Tepung Biji Kluwih dengan Campuran Tepung Beras. *Teknobuga*, 7(1). <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v7i1.19550>.
- Soekotjo, R. (2010). *Pengaruh Konsentrasi Yeast dan Jenis Emulsifier pada Frozen Dough*. PhD thesis.
- Sudaryati, E., Nasution, E., & Ardiani, F. (2018). Nutritional Quality of Bread from Mixture of Arrowroot Flour (*Marantha arundinacea* L.) and Wheat Flour. In *2nd Public Health International Conference (PHICo 2017)* (pp. 186–189). <https://doi.org/10.2991/phico-17.2018.17>.
- Sugiyono, Fransisca, & Yulianto, A. (2010). Formulation of Corn Flour-Based Batter and Prediction of Its Shelf Life using Critical Moisture Approach. *Hasil Penelitian J.Tekno. dan Industri Pangan*, 21(2), 95–101. <https://doi.org/10.6066/3404>.
- Ulzijjargal, E., Yang, J.-H., Lin, L.-Y., Chen, C.-P., & Mau, J.-L. (2013). Quality of bread supplemented with mushroom mycelia. *Food Chemistry*, 138(1), 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.051>.
- Utomo, L. I., Nurali, E., & Ludong, M. (2017). Pengaruh Penambahan Maizena Pada Pembuatan Biskuit Gluten Free Casein Free Berbahan Baku Tepung Pisang Goroho (*Musa Acuminate*). *Cocos*, 1(2). <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i2.14939>.
- Widodo, R., Setijanen, D. H., & Dwi, A. R. (2014). Aspek mutu produk roti tawar untuk diabetes berbahan baku tepung porang dan tepung suweg. *Agroknow*, 2 (1).
- Wijaya, A. S. (2022). *Formulasi Roti Tawar Bebas Gluten Tertambah Beragi Jenis dan Konsentrasi Bahan Pangan Lemak Nabati*. PhD thesis, Universitas Jember.
- Wijayanti, Y. R. (2007). *Substitution of Wheat (*Triticum aestivum*) Flour by Arrowroot (*Maranta arundinacea* L) Flour in Breadmaking*. PhD thesis.