



KARAKTERISTIK FISIK BERBAGAI TEPUNG SUBSTITUSI BEBAS GLUTEN: STUDI PUSTAKA

[Physical Characteristics of Various Gluten-Free Substitute Flours: A Literature Review]

Haerullah Husain^{1*}, Sri Wahyuni¹, RH. Fitri Faradilla¹

¹Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo, Kendari

*Email: haerul1391@gmail.com (Telp: +6281340263982)

Diterima tanggal 1 Maret 2025

Disetujui tanggal 23 Maret 2025

ABSTRACT

Gluten is a sticky and elastic protein naturally found in several types of cereals, particularly wheat, which serves as the primary ingredient in the production of wheat flour. Wheat flour is widely used in the food industry, especially in bread-making. This review aims to discuss the physical characteristics of bread substituted with various non-gluten flours. One key parameter in assessing bread quality is its expansion ability and the appearance of its pores. Based on data obtained from previous research, the highest expansion capacity was found in bread substituted with a mixture of wheat flour and coconut cake flour, 6.70 cm³/g, while the lowest expansion capacity was recorded in bread with a substitution of wheat flour and orange sweet potato flour, 1.69 cm³/g. This reduction in expansion capacity is due to the decrease in gluten content in the dough, which reduces the bread's ability to trap gas during the fermentation process. This indicates that non-gluten flours are unable to form the elastic gluten network, which plays a crucial role in the development of bread structure. The appearance of pores in bread made with non-gluten flour tends to be uniform. This can be explained by the fermentative activity of *Saccharomyces cerevisiae* during the proofing process. Pores in the bread are formed through the interaction of physical, chemical, and biological processes. However, bread made with non-gluten flour substitutions shows more uniform pores, likely due to the fermentative activity of *Saccharomyces cerevisiae* during the proofing stage.

Keywords: Expansion capacity, Pore Appearance, Bread

ABSTRAK

Gluten adalah protein lengket dan elastis yang secara alami ditemukan dalam beberapa jenis biji-bijian, terutama gandum, yang merupakan bahan utama dalam pembuatan tepung gandum. Tepung gandum banyak digunakan dalam industri pangan, terutama dalam pembuatan roti. Tinjauan ini bertujuan untuk membahas karakteristik fisik roti yang disubstitusi dengan berbagai jenis tepung non-gluten. Salah satu parameter utama dalam menilai kualitas roti adalah kemampuan daya kembang dan penampilan porinya. Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, daya kembang tertinggi ditemukan pada roti yang disubstitusi dengan campuran tepung gandum dan tepung ampas kelapa, yaitu 6,70 cm³/g, sementara daya kembang terendah tercatat pada roti dengan substitusi tepung gandum dan tepung umbi jalar oranye, yaitu 1,69 cm³/g. Penurunan daya kembang ini disebabkan oleh berkurangnya kandungan gluten dalam adonan, yang mengurangi kemampuan roti untuk menahan gas selama proses fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa tepung non-gluten tidak dapat membentuk jaringan gluten elastis, yang berperan penting dalam pengembangan struktur roti. Penampilan pori pada roti yang dibuat dengan tepung non-gluten cenderung seragam. Hal ini dapat dijelaskan oleh aktivitas fermentatif *Saccharomyces cerevisiae* selama proses proofing. Pori-pori pada roti terbentuk melalui interaksi proses fisik, kimia, dan biologis. Namun, roti yang dibuat dengan substitusi tepung non-gluten menunjukkan pori yang lebih seragam, kemungkinan besar disebabkan oleh aktivitas fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* pada tahap proofing.

Kata kunci: Daya Kembang, Kenampakan Pori, Roti



PENDAHULUAN

Roti saat ini menjadi salah satu panganan yang dikonsumsi sebagai sumber energi karena memiliki kandungan karbohidrat. Roti biasanya dikonsumsi saat sarapan karena lebih mudah dan praktis dibandingkan dengan makanan lain yang kaya karbohidrat seperti nasi yang terbuat dari beras. Secara definitif, roti adalah makanan yang terbuat dari tepung terigu yang diragikan dengan ragi roti dan dipanggang (Arwini, 2021), dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan bahan tambahan makanan yang diizinkan. Jenis roti yang beredar saat ini sangat beragam dan secara umum roti biasanya dibedakan menjadi roti manis atau roti isi (*Asian Bread*) dan roti tawar (*Continental Bread*) (Kusnedi, 2021).

Bahan dasar dari roti adalah tepung terigu, air, garam, ragi, gula, lemak dan juga penambahan pengembang roti (*bread improver*). Tepung terigu yang digunakan dalam pembuatan roti, dapat dibedakan berdasarkan kandungan protein yaitu jenis glutenin dan gliadin yang jika ditambahkan dengan air dapat membentuk massa yang elastis dan dapat mengembang inilah yang disebut dengan gluten (Kusnedi, 2021). Gluten merupakan protein lengket dan elastis yang terkandung di dalam beberapa jenis sereal, terutama gandum yang merupakan bahan utama dalam pembuatan tepung terigu, jewawut/millet, gandum hitam/rye, dan sedikit dalam oats, sedangkan beras dan jagung tidak mengandung gluten (Salsabila *et al.*, 2019). Gluten dalam pembuatan roti berfungsi sebagai pengembang adonan yang memungkinkan penyebab tertahannya CO₂ yang dihasilkan dari fermentasi ragi sehingga diperoleh struktur dengan mutu yang baik. Gluten terbentuk dari dua komponen yang diketahui sebagai gliadin dan glutenin. Glutenin berfungsi dalam membantu pembentukan kekuatan dan kekerasan adonan. Gliadin mempengaruhi elastisitas adonan (Winsulangi, 2019).

Gluten ternyata dapat juga mempengaruhi kesehatan, salah satunya yaitu *celiac disease*. Penyakit *celiac* terjadi ketika sistem pertahanan alami tubuh bereaksi terhadap gluten dengan menyerang lapisan usus kecil. Tanpa lapisan usus yang sehat, tubuh tidak dapat menyerap zat gizi yang dibutuhkan. Tertundanya pertumbuhan dan kekurangan zat gizi dapat mengakibatkan kondisi-kondisi yang tidak baik, seperti anemia dan osteoporosis. Masalah kesehatan serius lainnya mungkin termasuk diabetes, penyakit tiroid autoimun dan kanker usus (FDA dalam Kahlon dalam Salsabila *et al.*, 2019). Dengan kata lain, kondisi ini dapat dikatakan sebagai "intoleransi gluten".

Karakteristik daya kembang dan kenampakan pori dari roti dipengaruhi oleh adanya gluten, sehingga dengan berkurangnya gluten dari tepung terigu atau dengan bertambahnya penggunaan tepung non gluten akan mempengaruhi karakteristik dari roti. Proses pengembangan adonan merupakan suatu proses yang terjadi secara sinkron antara peningkatan volume sebagai akibat bertambahnya gas-gas yang terbentuk sebagai hasil fermentasi (Hardiyanti *et al.*, 2019). Pori-pori roti yang baik adalah ukuran pori-pori yang kecil dan seragam di seluruh bagian



crumb. Pori-pori roti merupakan lapisan tipis yang terbentuk pada gluten yang berfungsi untuk memerangkap karbondioksida (Fauzia dan Azizah, 2023). Dengan melihat pengaruh berbagai substitusi dari tepung non-gluten terhadap karakteristik daya kembang dan kenampakan pori dari roti. Berdasarkan hasil yang dilaporkan oleh Fauzia dan Azizah (2023) menunjukkan daya kembang dari roti dengan substitusi tepung terigu 70% dan tepung ampas kelapa 30% memiliki nilai daya kembang $6,7 \text{ cm/g}^3$ dan kenampakan pori yang kecil dan seragam. Oleh karena itu tepung banyak dikembangkan produk roti dari berbagai tepung substitusi non-gluten. Menurut Justicia *et al.* (2012) memperoleh daya kembang roti sebesar $6,70 \text{ cm/g}^3$ dan kenampakan pori yang seragam. Hal ini dipengaruhi oleh substitusi tepung terigu 70% dan tepung kimpul 30%. Menurut Saepudin *et al.* (2017) melaporkan hasil daya kembang dari roti yang disubstitusi tepung terigu 80% dan tepung sukun sebesar 20% didapatkan sebesar $7,1 \text{ cm/g}^3$ dan kenampakan pori yang seragam. Hal ini dipengaruhi dengan adanya substitusi tepung sukun. Menurut Kumolontang (2014) daya kembang dari roti yang disubstitusi dengan tepung terigu 75% dan tepung kelapa 25% didapatkan hasil sebesar $6,5 \text{ cm/g}^3$ dan pori yang diperoleh seragam. Hal ini terjadi karena adanya substitusi tepung kelapa dalam proses pembuatan roti.

Oleh karena itu, pada review ini akan dibahas mengenai roti yang disubstitusi dengan berbagai jenis tepung non-gluten. Salah satu karakteristik yang dinilai dari mutu roti yaitu dapat dilihat dari daya kembang dan kenampakan pori roti.

Roti

Secara definitif, roti adalah makanan yang terbuat dari tepung terigu yang diragikan dengan ragi roti dan dipanggang. Roti pertama kali berkembang di zaman kebudayaan Mesopotamia di wilayah Mesir 10.000-12.000 tahun yang lalu (Arwini, 2021). Roti merupakan salah satu produk makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat luas. Hal ini disebabkan harga yang relative murah dan mudah dijangkau karena sudah banyak gerai yang menjual roti tawar dan produksi oleh industri roti yang dibuat dalam skala rumah tangga maupun industri menengah. Roti merupakan salah satu jenis roti *sponge* yang sebagian besar tersusun dari gelembung-gelembung gas. Gelembung gas ini dihasilkan dari proses *proofing* yang terjadi akibat proses fermentasi oleh ragi (Pusuma *et al.*, 2018).

Roti dapat dikategorikan berdasarkan proses pemasakannya dan jenis adonannya. Berdasarkan pemasakan dibagi menjadi roti kukus, roti goreng dan roti panggang. Roti berdasarkan adonan terdiri atas roti manis, roti tawar, dan *soft rolls*. Roti memiliki struktur yang berongga dan bertekstur empuk serta elastis. Umumnya pembuatan roti menggunakan prinsip peragian dalam membantu proses pengembangannya. Jenis ragi yang digunakan yaitu ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) serta dilakukan pemanggangan seperti pada jenis roti tawar (Sitepu, 2019).



Roti pada umumnya terbuat dari tepung terigu yang mengandung gluten. Gluten biasanya terdapat pada bahan pangan golongan sereal, gluten juga termasuk dalam golongan protein. Pada pembuatan roti, gluten memiliki manfaat untuk mengikat dan membuat adonan menjadi elastis dan mudah dibentuk. Individu penyandang *autism spectrum disorder* (ASD) harus menghindari gluten agar tidak memberikan dampak buruk bagi tubuh. Bagi penderita autisme, makanan yang mengandung gluten dan kasein dapat mempengaruhi kesehatan usus (Mulloy *et al.*, 2009 dalam Surono *et al.*, 2017).

Gluten

Gluten merupakan protein lengket dan elastis yang terkandung di dalam beberapa jenis sereal, terutama gandum yang merupakan bahan utama dalam pembuatan tepung terigu. Namun, gluten ternyata dapat juga mempengaruhi kesehatan. Salah satunya yaitu *celiac disease*. Penyakit *celiac* terjadi ketika sistem pertahanan alami tubuh bereaksi terhadap gluten dengan menyerang lapisan usus kecil. Tanpa lapisan usus yang sehat, tubuh tidak dapat menyerap zat gizi yang dibutuhkan (Salsabila *et al.*, 2019).

Celiac disease atau sering juga disebut *gluten intolerance*, *celiac sprue*, *nontropical sprue*, *endemic sprue*, *gluten enteropathy* atau *gluten-sensitive enteropathy* merupakan suatu penyakit dimana terjadi intoleransi terhadap gluten (sejenis protein), yang menyebabkan perubahan dalam usus halus sehingga terjadi gangguan penyerapan nutrisi yang masuk ke tubuh sehingga menyebabkan berbagai gangguan pada fungsi tubuh manusia. *Celiac disease* merupakan penyakit keturunan dan permanen yang bersifat jangka panjang. Jika seseorang dengan kondisi ini mengonsumsi produk yang mengandung gluten, maka dapat menyebabkan kerusakan serius pada sistem pencernaan. Faktor genetik lebih berperan akan terjadinya penyakit ini, disamping faktor lingkungan. Faktor genetik yang telah diidentifikasi adalah HLA-DQ2 atau HLA-DQ8 proteins. Keduanya merupakan produk dari gen HLA. *Celiac disease* dapat diderita bagi kelompok usia dewasa dan anak-anak, lebih sering terjadi pada anak usia 1-2 tahun. Jika tidak ditangani dengan benar, penyakit tersebut akan semakin parah ketika dewasa (Goi, 2017).

Gluten dalam pembuatan roti berfungsi sebagai pengembang adonan yang memungkinkan penyebab tertahannya CO₂ yang dihasilkan dari fermentasi ragi sehingga diperoleh struktur dengan mutu yang baik. Gluten terbentuk dari dua komponen yang diketahui sebagai gliadin dan glutenin. Glutenin berfungsi dalam membantu pembentukan kekuatan dan kekerasan adonan. Gliadin mempengaruhi elastisitas adonan (Winsulangi, 2019). Gluten memiliki peran penting dalam proses pembuatan roti. Sehingga diperlukan alternatif lain yang dapat digunakan dalam proses pembuatan roti bebas gluten dengan mengganti bahan yang memiliki peran seperti gluten yang terdapat pada gandum. Sehingga dapat membantu proses pembuatan roti.

Tepung Bebas Gluten

Tepung dibuat dari berbagai jenis bahan nabati, yaitu dari bangsa padi-padian, umbi-umbian, akar-akaran, atau sayuran yang memiliki zat tepung atau pati atau kanji. Tepung dapat juga dibuat dari bahan hewani, misalnya



tepung tulang dan tepung ikan (Marbun *et al.*, 2018). Adapun roti dalam *review* ini terbuat dari beberapa substitusi tepung seperti tempe, umbi jalar oranye, ampas kelapa, tulang ikan nila dan tepung bebas gluten.

Tempe kedelai adalah produk makanan hasil fermentasi biji kedelai oleh kapang tertentu, berbentuk padatan kompak dan berbau khas serta berwarna putih atau sedikit keabuabuan). Proses fermentasi menjadikan tempe memiliki keunggulan komparatif dibandingkan dengan bahan asalnya yaitu kacang kedelai. Protein yang bermutu tinggi dari kacang kedelai, dalam tempe dijadikan lebih bermanfaat karena selama fermentasi protein telah dipecah menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana, zat gizi yang terkandung di dalam tempe mudah dicerna dan diserap sehingga memperingan kerja metabolisme tubuh. Ciri-ciri tempe yang baik memiliki permukaan yang ditutupi oleh misellium kapang secara merata, kompak dan berwarna putih, antar butiran kacang telah dipenuhi oleh misellium dengan ikatan kuat dan merata sehingga bila diiris tempe tidak mudah hancur (Haerudjaman, 2021).

Umbi-umbian pemanfaatannya masih terbatas. Pengolahan bahan-bahan ini menjadi tepung atau pati kemudian diformulasikan dengan komposisi tertentu serta penambahan bahan tambahan berupa hidrokoloid akan dapat menghasilkan roti yang sedikit mengandung gluten tetapi bentuk dan cita rasanya menyerupai roti yang terbuat dari terigu. Umbi jalar oranye adalah salah satu dari jenis umbi-umbian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tepung. Ada beberapa kelemahan karakteristik tepung umbi-umbian jalar, dimana pati umbi-umbian memiliki nilai viskositas yang rendah, memiliki pola pengembangan yang terbatas saat pemanasan, cenderung mudah teretrogradasi dan daya serapnya terhadap air yang rendah. Hal ini mengakibatkan tepung umbi seperti umbi jalar tidak bisa menghasilkan karakteristik produk yang baik apabila diaplikasikan pada pembuatan produk seperti makanan bayi, food powder, salad dressing, cake mixes dan pudding. Kelemahan lain pada umbi jalar adalah warna tepung yang kurang menarik dan aromanya yang langu.

Bahan yang dapat digunakan untuk mengganti tepung terigu yaitu salah satunya adalah bubuk ampas kelapa. Bubuk ampas kelapa dapat dimanfaatkan untuk bahan tambahan dalam pembuatan makanan dan juga dapat menambahkan cita rasa menjadi lebih gurih dan memberikan aroma yang khas. Selain itu, dengan menambahkan tepung ampas kelapa pada pembuatan roti tawar dapat menghasilkan roti tawar yang memiliki nilai fungsional karena dapat meningkatkan serat pada roti tawar (Afrianti, 2016 dalam Fauziah dan Azizah, 2023).

Limbah tulang ikan nila memiliki kandungan kalsium fosfat sebanyak 14% dari total penyusun tulang. Unsur utama dari tulang yaitu kalsium, fosfor, dan karbonat. Kalsium salah satu unsur penting yang sangat dibutuhkan tubuh. Karena memiliki fungsi dalam metabolisme tubuh, pembentukan tulang dan gigi. Maka, dari itu dapat dijadikan sebagai tepung dalam pembuatan roti substitusi tepung non-gluten (Justicia *et al.*, 2012).

Tepung garut merupakan salah satu produk olahan umbi-umbian yang berpotensi sebagai pengganti terigu dalam olahan roti. Tepung garut mengandung karbohidrat tinggi dengan indeks glikemik rendah. Kandungan indeks



glikemik produk pangan dapat bermanfaat bagi penderita diabetes dan kencing manis. Tepung beras memiliki kemampuan menyerap air yang sama dengan tepung terigu dan menghasilkan produk akhir dengan daya cerna tinggi serta memiliki sifat hypoallergenic (Neumann dan Bruemmer, 1997 ; Adiluhung, 2017 ; Muthoharoh dan Sutrisno, 2017). Kdanungan karbohidrat tinggi dengan indeks glikemik yang rendah menjadikan tepung jagung dapat menjadi bahan substitusi dalam pembuatan roti bebas gluten. Akan tetapi penggunaan tepung bebas gluten dapat menurunkan sifat sensorik roti.

Daya Kembang Roti

Volume roti tawar merupakan parameter yang penting untuk mengetahui kemampuan pengembangan roti. Volume roti tawar tanpa gluten yang dihasilkan diukur dan dinyatakan dalam cm^3/g . perbandingan daya kembang roti dengan substitus berbagai tepung non-gluten dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai perbandingan daya kembang roti berbagai jenis substitusi tepung non-gluten

Metode (%)	Daya Kembang (cm^3/g^3)	Referensi
Substitusi tepung terigu dan tepung tempe (75 : 25)	3,30	Haerudjaman, (2021)
Substitusi tepung terigu dan tepung umbi jalar oranye (50 : 50)	1,69	Prasetyo dan sinaga, (2020)
Substitusi tepung terigu dan tepung kimpul (70 : 30)	2,80	Ligo <i>et al.</i> (2017)
Substitusi tepung terigu dan tepung tulang ikan nila merah (70 : 30)	4,52	Fauzia dan Azizah, 2023
Tepung non gluten (100)	2,23	Muthoharoh dan Sutrisno, 201

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat perbandingan dari berbagai jenis roti substitusi tepung non-gluten diperoleh data daya kembang yang berbeda. Penambahan tepung non-gluten mempengaruhi daya kembang dari roti. Dari berbagai substitusi tepung yang digunakan dalam pembuatan roti. Diperoleh perbandingan daya kembang roti yang dihasilkan paling besar pada substitusi tepung terigu dan tepung tulang ikan nila merah sebesar $4,52 \text{ cm}^3/\text{g}^3$. Sedangkan nilai paling rendah daya kembangnya yaitu pada roti dengan substitusi tepung terigu dan tepung umbi jalar oranye yaitu $1,69 \text{ cm}^3/\text{g}^3$. Hal ini dipengaruhi dengan jumlah substitusi tepung non-gluten yang diberikan dalam pembuatan rotinya, dan dipengaruhi oleh berkurangnya gluten yang ada pada roti sehingga kemampuan dalam mengikat gas yang ada dalam proses pembuatan roti sehingga mempengaruhi daya kembang dari roti substitusi



berbagai tepung non-gluten. Menurunnya daya kembang ini disebabkan tepung non-gluten tidak membentuk gluten dalam adonan dan dengan meningkatnya penambahan tepung tempe menyebabkan kandungan gluten menurun sehingga kekuatan dan elastisitas adonan menurun (Fauzia dan Azizah, 2023; Haerudjaman, 2021; Ligo *et al.*, 2017; Prasetyo *et al.*, 2020).

Kenampakan Pori Roti

Roti yang bermutu baik diantaranya ditandai dengan penyebaran pori-pori, penyebaran pori-pori yang merata menunjukkan bagusnya mutu dari roti yang dihasilkan, Pori pada roti dapat terbentuk saat proses pembuatan adonan, proses fermentasi sampai pada saat pemanggangan. Karena selama proses fermentasi berlangsung tingkat pengembangan roti semakin bertambah. Hal itu disebabkan karena adanya kandungan gluten pada adonan. Gluten berfungsi menjaga adonan tetap kokoh dan dapat menahan gas CO₂ selama proses fermentasi (Putri *et al.*, 2022).

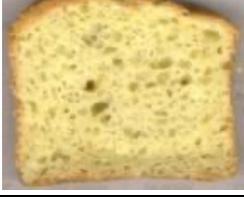
Ukuran pori didapatkan melalui proses fisik, kimia, maupun biologi. Hal ini disebabkan Ketika adonan dibuat, udara akan masuk ke dalam adonan dan terdispersi dalam bentuk gelembung halus yang Ketika dipanaskan akan membentuk pori yang halus. Roti yang terbuat dari bahan non-gluten akan memiliki kemampuan untuk memerangkap udara yang berkurang, sehingga dapat menyebabkan ketidakseragaman pori roti yang dihasilkan jika dibandingkan dengan roti yang terbuat dari tepung terigu (Muthoharoh dan Sutrisno, 2017).

Berdasarkan Tabel 2 Kenampakan pori dari roti yang disubstitusi menggunakan tepung non-gluten memiliki pori yang seragam. Hal ini disebabkan karena adanya aktivitas yang dilakukan oleh *Saccharomyces cerevisiae* selama proofing. Kenampakan pori merupakan pori-pori yang terbentuk karena aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* selama proofing. Kenampakan pori yang terbentuk dipengaruhi oleh kemampuan pembentukan gas dan menahan gas. Pori roti terbentuk melalui proses fisik, kimia, maupun biologi. Ketika adonan dikocok, udara akan masuk ke dalam adonan dan terdispersi dalam bentuk gelembung halus ketika dipanaskan akan terbentuk pori yang halus (Widodo *et al.*, 2014 dan Muthoharoh dan Sutrisno, 2017). Roti yang baik memiliki pori-pori roti yang seragam.

Pori roti yang disubstitusi tepung terigu dengan tepung kimpul memiliki pori roti yang tidak seragam. Dari hasil yang diperoleh menyatakan bahwa dengan adanya penambahan bahan baku yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap pori-pori roti yang terbentuk. Dimana semakin banyak penambahan tepung kimpul yang diberikan semakin membuat pori roti tidak seragam (Kartiwan *et al.*, 2007 dalam Ligo *et al.*, 2017). Pori roti terbentuk saat pembentukan adonan, proses fermentasi sampai pada saat proses pemanggangan. Selama proses fermentasi tingkat pengembangan roti semakin bertambah yang disebabkan oleh adanya gluten yang dapat menahan gas CO₂ selama proses fermentasi (Ligo *et al.*, 2017).



Tabel 2. Kenampakan pori roti substitusi tepung non-gluten

Metode (g)	Kenampakan Pori Roti	Referensi
Substitusi tepung terigu dan tepung tempe (75 : 25)		Haerudjaman, (2021)
Substitusi tepung terigu dan tepung umbi jalar oranye (50 : 50)		Prasetyo dan sinaga, (2021)
Substitusi tepung terigu dan tepung kimpul (70 : 30)		Ligo <i>et al.</i> (2017)
Substitusi tepung terigu dan tepung tulang ikan nila merah (70 : 30)		Fauzia dan Azizah, (2023)
Tepung non gluten (100)		Muthoharoh dan Sutrisno, (2017)

Densitas Kamba

Densitas kamba adalah parameter kritis dalam mengevaluasi kualitas dan karakteristik roti. Parameter ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kadar air, komposisi tepung, dan metode pengolahan. Perubahan kadar air telah terbukti memengaruhi densitas kamba pada remah roti, yang pada gilirannya memengaruhi rasanya (Pasha *et al.*, 2015). Densitas kamba pada sampel tepung untuk roti biasanya berkisar antara 0,77 hingga 0,83 g/cm³, menunjukkan variasi berdasarkan komposisi tepung (Kasaye dan Jha, 2015). Selain itu, densitas kamba pada roti terkait dengan kekenyalan remah roti, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kadar air, kandungan gluten, waktu pemanggangan, kandungan pati, kandungan serat, dan volume adonan (Chaubey *et al.*, 2017).



Pengaruh penambahan jenis tepung yang berbeda dapat mengubah densitas kamba dari roti. Contohnya penambahan tepung ubi kayu dan tepung kacang hijau ke dalam tepung gandum menghasilkan densitas kamba yang lebih rendah (Anosike, 2023). Densitas kamba pada roti dihitung berdasarkan rasio antara volume roti dengan berat roti, atau sebaliknya. Hal ini menekankan pentingnya densitas kamba dalam menentukan karakteristik keseluruhan roti (Mondal dan Eun, 2023).

Daya Serap Air

Daya serap air pada roti merupakan salah satu parameter krusial yang menunjukkan kualitas, tekstur, dan umur simpan dari produk roti. Karakteristik ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis tepung, tingkat hidrasi adonan, lama mengadon, proses fermentasi dan pemanggangan. Daya serap air dari roti merupakan hal yang penting untuk mendapatkan struktur, volume dan kelembutan yang diinginkan dari roti (Pasha *et al.*, 2015).

Berdasarkan penelitian dari Chaubey *et al.* (2017) menunjukkan jenis tepung yang berbeda memiliki kemampuan daya serap air yang berbeda mengacu pada kandungan protein, gluten, dan komposisi pati. Tepung terigu umumnya digunakan dalam pembuatan roti, karena memiliki kemampuan daya serap air yang lebih besar jika dibandingkan dengan jenis tepung yang lain, seperti tepung gandum atau jenis tepung lainnya (Kasaye dan Jha, 2015). Selain itu, adanya penambahan *emulsifier*, enzim dan hidrokoloid juga dapat mempengaruhi daya serap air dari adonan roti.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *review* dari beberapa jurnal terkait diperoleh kesimpulan yang menyatakan bahwa penambahan berbagai tepung non-gluten terhadap karakteristik daya kembang dan kenampakan pori roti dapat menurunkan kemampuan menangkap udara CO₂ selama proses fermentasi, sehingga menurunkan daya kembang dari roti. Kenampakan pori roti yang dihasilkan seragam untuk substitusi tepung non gluten, tepung terigu dan tempe, tepung tulang ikan nila dan tepung terigu, substitusi tepung terigu dan umbi jalar, sedangkan substitusi tepung terigu dan tepung kimpul memiliki pori yang kurang seragam. Pengaruh penambahan jenis tepung yang berbeda dapat mengubah densitas kamba dari roti. Jenis tepung yang berbeda memiliki kemampuan daya serap air yang berbeda mengacu pada kandungan protein, gluten, dan komposisi pati.

DAFTAR PUSTAKA

Arwini NPD. 2021. Roti, Pemilihan Bahan Dan Proses Pembuatan. Jurnal Ilmiah Vastuwidya. 4(1): 33-40.



- Chaubey P, Somani G, Kanchan D, Sathaye S, Varakumar S, dan Singhal R. 2017. Evaluation of debittered and germinated fenugreek (*Trigonella foenum graecuml.*) seed flour on the chemical characteristics, biological activities, and sensory profile of fortified bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13395. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13395>
- Fauzia SI dan Azizah DN. 2023. Pengaruh Jumlah Pencucian Ampas Kelapa Terhadap Karakteristik Roti Tawar Substitusi Bubuk Ampas Kelapa. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 9(1): 37-46.
- Goi M. 2017. Penanganan Gizi Pada Celiac Disease. *Health Dan Nutritions Journal*, 3(2): 100-109
- Haerudjaman R. 2021. Pengaruh Imbangan Tepung Tempe Dan Terigu Terhadap Karakteristik Roti Tawar. *Agrotekh (Jurnal Agribisnis dan Teknologi Pangan)*, 2(1): 34-51
- Hardiyanti FP, Hintono A, Pratama Y. 2019. Kadar Air, Daya Kembang, Porositas Roti, Dan Organoleptik Roti Manis Dengan Penambahan Pengemulsi Diacetyl Tartaric Acid Ester Of Monoglyceride (DATEM). Disertasi, Faculty Of Animal and Agricultural Science, Universitas Diponegoro. Semarang
- Kasaye A, dan Jha Y. 2015. Evaluation of composite blends of fermented fenugreek and wheat flour to assess its suitability for bread and biscuit. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(1), 29. <https://doi.org/10.11648/j.ijfns.20150401.15>
- Kumolontang NP. 2014. Tepung Kelapa Sebagai Substituen Parsial Dalam Pembuatan White Bread. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 6(2): 63-70.
- Kusnedi R. 2021. Pengaruh Penambahan Pengembang Roti Terhadap Parameter Organoleptik Pada Pembuatan Roti Manis. *Jurnal British*. 1(2): 60-75.
- Ligo H, Kdanou J, dan Mamuaja C. 2017. Pengaruh Substitusi Tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dalam Pembuatan Roti. In *Cocos* 1(1): 1-11
- Marbun ED, Sinaga LA, Simanjuntak ER, Siregar D, Afriany J. 2018. Penerapan Metode Weighted Aggregated Sum Product Assessment Dalam Menentukan Tepung Terbaik Untuk Memproduksi Bihun. *JURIKOM Jurnal Riset Komputer* 5(1): 24-28.
- Mondal S, dan Eun J. 2023. Effects of burdock root flour (*arctium lappa*) on yeast fermentation power, microstructure, quality, and storability of bread made with partial replacement of wheat flour. *Cereal Chemistry*, 100(3), 696-707. <https://doi.org/10.1002/cche.10647>
- Muthoharoh DF dan 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): 39-61
- Pasha I, Chughtai M, Sarwar A, Shabbir M, dan Ahmed S. 2015. Application of extrusion technology to prepare bread crumb, a comparison with oven method. *Biological Sciences - Pjsir*, 58(2), 83-91. <https://doi.org/10.52763/pjsir.biol.sci.58.2.2015.83.91>
- Prasetyo HA dan Sinaga RE. 2020. Karakteristik Roti dari Tepung Terigu dan Tepung Komposit dari Tepung Terigu dengan Tepung Fermentasi Umbi Jalar Oranye. In *Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains (SAINTEKS)* 1(1): 649-654
- Pusuma DA, Praptiningsih Y, Choiron M. 2018. Karakteristik roti tawar kaya serat yang disubstitusi menggunakan tepung ampas kelapa. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1): 29-42.



- Putri DN, Pakpahan, OP, Damat D, Ningrum ARY dan Santoso EN. 2022. The Effect Of Maltodextrin Concentration In High Protein Forzen Dough On Bread Characteristics. 32(2): 126-135
- Saepudin L, Setiawan Y, dan Sari PD. 2017. Pengaruh perbandingan substitusi tepung sukun dan tepung terigu dalam pembuatan roti manis. AGROSCIENCE, 7(1): 227-243.
- Salsabila K. Ansori M. Paramita O. 2019. Eksperimen Pembuatan Cupcake Free Gluten Berbahan Dasar Tepung Biji Kluwih dengan Campuran Tepung Beras. *TEKNOBUGA: Jurnal Teknologi Busana dan Boga*. 7(1): 31-38.
- Sitepu KM. 2019. Penentuan Konsentrasi Ragi pada Pembuatan Roti (Determining of Yeast Concentration on Bread Making). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Agrokompleks*. 38(3): 71-77.
- Surono DI, Nurali IEJ, Moningka IJS. 2017. Kualitas fisik dan sensoris roti tawar bebas gluten bebas kasein berbahan dasar tepung komposit pisang goroho (*Musa acuminata* L). In *Cocos*. 8(2): 1-12
- Winsulangi FAA. 2019. Pembuatan Roti Tawar Bebas Gluten dari Tepung Beras Merah dan Tepung Tapioka (Kajian Proporsi Tepung dan Pengaruh Proporsi Telur yang Berbeda). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang