

Pengaruh Variasi Hidrokoloid (Glukomanan, Karagenan, Guar Gum dan Xanthan Gum) terhadap Karakteristik Fisik Roti Tawar Gandum Utuh

The Effect of Hydrocolloid Variations (Glucomannan, Carrageenan, Guar Gum and Xanthan Gum) on the Physical Properties of Whole Wheat Bread

Tiara Kumala^{1,*}, Hetty S. Mulyati¹, Muhammad Syafi'ie¹

¹Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Politeknik Negeri Pontianak, Jln. Jenderal Ahmad Yani, Bansir Laut, Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78124, Indonesia

*Penulis korespondensi: Tiara Kumala, e-mail: asadel.tiara@polnep.ac.id

ABSTRACT

Whole wheat bread is made from whole wheat flour, which retains all parts of the wheat grain, making it rich in fiber, vitamin B, iron, magnesium, and antioxidants. This flour is chosen for its health benefits, including reducing the risk of chronic diseases such as heart disease. However, whole wheat bread tends to spoil quickly due to rapid moisture loss. Hydrocolloids are commonly used as anti-staling agents because they form a gel that retains dough moisture and slows crumb firming. This study evaluated the effects of different hydrocolloids on the physical properties of whole wheat bread. A completely randomized design (CRD) was applied with one treatment factor: hydrocolloid type (carrageenan, guar gum, and glucomannan) added at a 2% concentration, with three repetitions, yielding 12 samples. The results showed that carrageenan produced the best bread hardness with a value of 24.713 N, guar gum produced the highest softness (value pending), and glucomannan provided the best elasticity (ability to return to its original shape) with a value of 0.8515.

Keywords: Hydrocolloids; Whole wheat bread; Whole wheat flour.

© The Authors. Publisher Universitas Pattimura. Open access under CC-BY-SA license.

ABSTRAK

Roti tawar gandum adalah roti yang terbuat dari tepung gandum utuh, yang mengandung seluruh bagian biji gandum. Roti ini kaya akan serat, vitamin B, zat besi, magnesium, dan antioksidan. Tepung gandum utuh dipilih karena memiliki kandungan serat dan protein yang cukup tinggi serta dapat mengurangi risiko penyakit kronis seperti jantung dan kanker. Hidrokoloid juga telah digunakan secara memuaskan sebagai agen anti staling. Berbagai variasi hidrokoloid diharapkan mampu memperbaiki kualitas roti tawar gandum dari segi fisik karena memiliki kemampuan untuk membentuk gel sehingga kadar air dalam adonan akan bertahan dan memperlambat pembentukan *crust* dan *crumb* pada roti yang menyebabkan roti tidak tahan lama. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan yaitu campuran tepung gandum utuh dan tepung terigu protein tinggi serta jenis hidrokoloid yang digunakan dengan konsentrasi yang sama yaitu 2% dan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan sehingga dihasilkan 12 sampel. Formula ini menghasilkan roti tawar gandum dengan kekerasan paling baik pada jenis hidrokoloid karagenan dengan nilai 24,713 N, keempukan pada jenis hidrokoloid guar gum dengan nilai 0,4555 dan kekenyalan (kemampuan Kembali ke bentuk awal) pada jenis hidrokoloid glukomanan dengan nilai 0,8515.

Kata kunci: Hidrokoloid; Roti tawar gandum; tepung gandum utuh.

© The Authors. Publisher Universitas Pattimura. Open access under CC-BY-SA license.

PENDAHULUAN

Gandum (*Triticum aestivum* L.) merupakan salah satu jenis biji-bijian yang paling banyak dimanfaatkan di dunia. Komponen bioaktif antara *whole grain* dan *refined grain* menunjukkan bahwa *whole grains* mempertahankan lebih banyak serat, vitamin, mineral, dan fitokimia karena bran dan grem yang tersisa. Penghilangan *germ* pada gandum utuh akan menghilangkan banyak nutrisi seperti vitamin, mineral dan antioksidan (Garutti, *et al.*, 2022). Meskipun bermanfaat bagi kesehatan, keberadaan komponen dari bagian luar gandum dapat menurunkan kualitas adonan roti berbasis gandum, yang ditunjukkan melalui berkurangnya volume, perubahan tekstur, penampilan, dan cita rasa roti (Boita *et al.*, 2016). Dalam penelitian ini digunakan dua jenis tepung, yaitu tepung gandum utuh dan tepung terigu, dengan tambahan variasi jenis hidrokoloid.

Roti merupakan salah satu produk pangan yang paling digemari dan dikonsumsi secara luas. Karakteristiknya sangat dipengaruhi oleh mutu tepung yang digunakan serta proses pembuatannya. Roti gandum utuh biasanya memiliki ciri volume yang rendah, remah keras dan kurang elastis, pori-pori tidak merata, serta daya simpan yang relatif singkat. Kandungan protein dengan kadar gluten yang tinggi pada tepung gandum perlu diimbangi agar menghasilkan produk yang lebih diterima, mengingat adanya kelemahan tersebut. Salah satu metode yang umum dilakukan adalah penambahan hidrokoloid untuk memperbaiki kualitas roti gandum (Stauffer, 1990). Pada penelitian ini, pembuatan roti tawar dilakukan dengan mencampurkan tepung gandum utuh dan tepung terigu dalam perbandingan 1:1, ditambah dengan variasi hidrokoloid (glukomanan, karagenan, guar gum, dan xanthan gum) masing-masing sebesar 2%.

Pemberian hidrokoloid pada adonan akan menunjukkan peningkatan viskositas, stabilitas busa (*gas retention*), kelembapan akhir, dan menunda kenaikan *hardness* selama penyimpanan, sehingga mendukung dalam memodifikasi reologi dan mengurangi *staling* (Renzo *et al.*, 2024, Jiang *et al.*, 2025). Walaupun minat terhadap roti gandum semakin meningkat, perbedaan karakteristik sensoris dengan roti putih masih menjadi tantangan dalam penerimaan konsumen (Heiniö *et al.*, 2016). Oleh karena itu, penggunaan hidrokoloid dapat membantu meningkatkan kualitas teknologi maupun sifat sensoris roti gandum. Gao *et al.*, (2024) menyatakan bahwa hidrokoloid pada industri pangan memberikan pengaruh pada mekanisme pengikatan air, pembentukan gel, dan pengaturan reologi (peningkatan viskositas) pada produk pangan. Hidrokoloid < 1% - 3% memberikan efek fungsionalnya yang besar seperti *water-holding-thickening-stabilizing*, hal serupa juga dinyatakan oleh Sun *et al.* (2023), bahwa pemberian hidrokoloid alami akan menunjukkan kapasitas penyerapan air yang sangat tinggi, kemampuan membentuk gel elastis dan meningkatkan *water-holding capacity* pada produk pangan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji lebih lanjut pengaruh variasi jenis hidrokoloid serta campuran tepung gandum utuh dan terigu terhadap karakteristik fisik, mikrobiologi, dan organoleptik roti tawar berbasis tepung gandum utuh.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah tepung gandum utuh, tepung terigu protein tinggi, glukomanan (Ikarie Organic), karagenan (Ikarie Organic), guar gum (Ikarie Organic), xanthan gum (Ikarie Organic), susu UHT *full cream* (Frisian Flag), margarin (Palmia Royal), susu bubuk (Dancow), gula (Gulaku), garam (Bentoel), dan ragi (Fermipan).

Prosedur Penelitian

Pembuatan Gel Hidrokoloid

Hidrokoloid yang digunakan meliputi glukomanan, karagenan, guar gum, dan xanthan gum. Pembuatan gel dilakukan dengan menimbang 1 g hidrokoloid, kemudian dimasukkan ke dalam botol vial dan ditambahkan 50 mL air panas (95 °C). Campuran diaduk manual menggunakan batang pengaduk selama 15 menit hingga terbentuk gel homogen. Selanjutnya, botol vial ditutup, dibungkus plastik *polypropylene* (PP), diikat dengan karet, lalu disterilisasi. Setelah sterilisasi, gel dibiarkan pada suhu ruang selama 30 menit sebelum digunakan. Sisa gel yang tidak langsung digunakan dapat disimpan dalam lemari pendingin.

Pembuatan Roti Tawar Gandum (Dan & Whittington, 2010)

Pembuatan roti tawar gandum dilakukan dengan mencampurkan 50 g tepung gandum utuh dan 50 g tepung terigu dalam mangkuk, kemudian ditambahkan ragi instan, gula, dan air dingin. Adonan diuleni hingga mulai kalis, lalu ditambahkan gel hidrokoloid dan mentega, kemudian diuleni kembali hingga kalis elastis yang ditandai dengan uji *window pane*. Adonan yang telah terbentuk dibulatkan, diolesi minyak zaitun, ditutup dengan plastik *wrap* atau kain bersih, dan didiamkan selama 1 jam (*proofing* I). Setelah itu, adonan dikempiskan, diuleni kembali selama 15 menit, dibentuk memanjang, dan dimasukkan ke dalam loyang. Adonan kembali ditutup dan diistirahatkan selama 45 menit (*proofing* II). Selanjutnya, adonan dipanggang dalam oven (Kirin) bersuhu 180 °C selama 45 menit, dengan menutup bagian permukaan menggunakan aluminium foil setelah 20 menit pemanggangan agar tidak terlalu kecokelatan. Roti dianggap matang apabila saat diketuk pada bagian bawah menghasilkan bunyi berongga. Setelah matang, roti dikeluarkan dari oven, didiamkan 5 menit, kemudian dilepaskan dari loyang dan didinginkan pada rak kawat.

Prosedur Analisis Sampel

Analisis profil tekstur (TPA) menggunakan *Brookfield Texture Analyzer* CT3 LFRA. Alat ini menggunakan *probe* tipe TA-AACC3. Kurva yang dihasilkan kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat kekerasan, elastisitas, kohesivitas dan *staling rate*. Untuk melihat keseragaman pori secara mikro, digunakan uji mikroskopis (Wiryowidagdo, 2007) dengan menyimpan sampel pada *freezer* selama 24 jam. Lensa okuler pada mikroskop dilepas kemudian pasang optilab mikroskop digital menggantikan posisi lensa okuler. Setelah itu, pencahayaan mikroskop dilepas dan memasang illuminator optilab menggantikan pencahayaan mikroskop kemudian menghubungkan illuminator dengan lensa adaptor. Hubungkan mikroskop dengan komputer. Kemudian diiris sampel sebesar 1x1 cm dengan ketebalan 1 mm dan diletakkan sampel pada preparat dan dipasang pada mikroskop. Diset perbesaran mikroskop sebesar 400 μm . setelah itu, simpan foto yang terlihat di layar komputer.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap 1 faktor yaitu campuran tepung gandum utuh dan tepung terigu serta penambahan variasi jenis hidrokoloid sebanyak 2%. Sehingga akan diperoleh 4 kombinasi perlakuan dengan tiga kali pengulangan. Total diperoleh adalah 12 satuan percobaan.

Analisa data dilakukan dengan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) menggunakan software *Microsoft Excel* dan *Minitab 16* untuk mengetahui perbedaan atau pengaruh pada setiap perlakuan. Apabila hasil uji menunjukkan adanya beda nyata, dilakukan uji lanjut dengan uji BNT 5% (Beda Nyata Terkecil). Data hasil uji organoleptik dianalisa menggunakan uji *Hedonic Scale Scoring*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Sifat Fisik Roti Tawar Menggunakan TPA

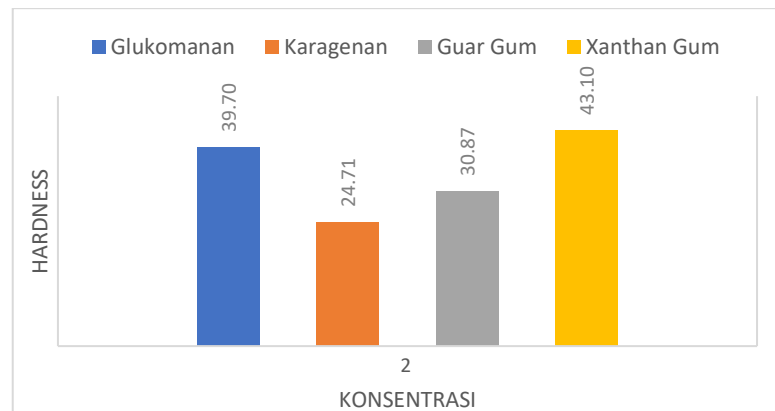
Uji *texture profile* dilakukan menggunakan metode *Two Bites Test* untuk menilai kekerasan, kekenyalan, dan kohesivitas roti. Metode ini menghasilkan dua puncak grafik yang merepresentasikan respon roti terhadap tekanan pertama dan kedua. Tekanan pertama digunakan untuk mengukur waktu pemulihan roti ke bentuk semula, sedangkan tekanan kedua menilai kemampuan pemulihan berikutnya. Variasi puncak antar sampel muncul akibat perbedaan respon roti pada kedua tekanan tersebut.

Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan roti didefinisikan sebagai gaya yang dibutuhkan untuk menekan roti hingga 50% dari tinggi semula (Behera & Ray, 2016). Parameter ini dianalisis dengan *Texture Profile Analysis* yang mengukur besarnya beban (N) untuk menghancurkan sampel. Semakin tinggi nilai beban, maka semakin keras tekstur roti (Brookfield, 2016). Dalam penelitian ini, variasi jenis hidrokoloid berpengaruh nyata terhadap tingkat kekerasan roti tawar

gandum. Nilai kekerasan juga berkaitan dengan sensori tekstur, karena mempengaruhi persepsi kekenyalan dan kelembutan saat dikonsumsi (Brenner *et al.*, 2015).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis hidrokoloid karagenan paling efektif dalam menurunkan kekerasan roti, dengan nilai sebesar 24,713 N (Gambar 1). Hal ini sejalan dengan pernyataan Corral *et al.*, (2024), bahwa pada proses baking, terjadi perubahan fisiko-kimia, yaitu gelatinisasi pati yang akan menyerap air oleh granula pati dan pembentuk fase amorf akan mempengaruhi tekstur *crumb* dan kelembutan saat pemangangan. Karagenan yang memiliki banyak gugus asetil dapat memengaruhi ikatan intermolekular dan hidrogen sehingga menghasilkan struktur adonan yang lebih sederhana dan lembut.



Gambar 1. Diagram respon kekerasan

Penelitian Bai *et al.*, (2025) menunjukkan bahwa pemberian hidrokoloid secara signifikan meningkatkan kekuatan gel, stabilitas tekstur, dan sifat reologi sampel berbasis amilopektin. Penelitian Parsamajd *et al.*, (2025) menunjukkan adanya efek sinergis beberapa hidrokoloid dalam meningkatkan struktur (*foam stability*, *gas retention*) dan tekstur, kombinasi yang terlalu tinggi memperlihatkan peningkatan kekuatan jaringan gel yang membuat produk menjadi lebih kaku. Gel hidrokoloid mampu meningkatkan kerapatan struktur adonan sehingga meningkatkan kekerasan roti. Pada penelitian ini, roti dengan tambahan glukomanan dan xanthan gum menunjukkan tekstur lebih keras dibanding karagenan. Hal ini diduga terjadi karena komponen gluten dan gliadin berinteraksi membentuk jaringan tiga dimensi yang menentukan sifat viskoelastisitas adonan. Gliadin yang bersifat lebih monomerik memberikan kelenturan (*extensibility*), sementara jaringan protein yang terbentuk distabilkan oleh berbagai ikatan kovalen (seperti disulfida) maupun non-kovalen (seperti ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, dan ikatan ionik) yang menjadi kerangka mekanis adonan (Stanowska *et al.*, 2023).

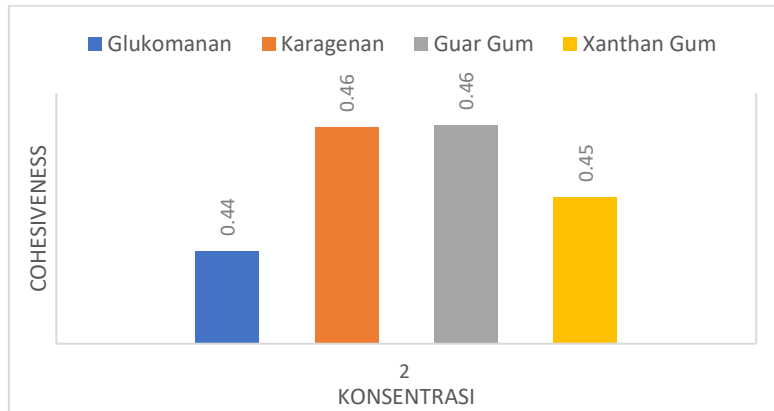
Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jenis hidrokoloid memengaruhi kekerasan roti tawar gandum, dan karagenan merupakan jenis yang paling optimal dalam menurunkan tingkat kekerasan sehingga menghasilkan roti dengan tekstur lebih lembut.

Kekompakan (*Cohesiveness*)

Kohesivitas atau kekompakan merupakan indikator kekuatan ikatan internal dalam makanan dan dinyatakan sebagai rasio antara dua area kompresi pada grafik *Texture Profile Analysis* tanpa satuan (Enquiry, 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi tepung dengan penambahan variasi hidrokoloid, khususnya guar gum, berpengaruh nyata terhadap nilai kohesivitas roti tawar gandum. Nilai kohesivitas yang diperoleh berkisar antara 0,4379 hingga 0,4555 (Gambar 2). Campuran tepung gandum dan terigu yang diberi air kemudian diuleni akan menghasilkan gluten yang elastis dan kohesif, mampu mengikat air, serta membentuk struktur adonan yang kompak. Variasi hidrokoloid memengaruhi kohesivitas karena berinteraksi dengan kadar gluten yang tinggi, sehingga peningkatan yang terjadi bersifat signifikan secara statistik.

Penambahan gel hidrokoloid pada adonan menyebabkan kohesivitas meningkat, ditandai dengan *crumb* yang lebih lembut, pori-pori seragam, dan struktur yang lebih kompak. Hal ini sejalan dengan pendapat Burey *et al.* (2008), bahwa hidrokoloid dapat membentuk struktur gel kuat sehingga meningkatkan kohesivitas. Gluten berperan penting dalam hal ini karena bersifat viskoelastis, dapat meregang, serta memperkuat ikatan antar molekul (Figoni, 2007). Sebaliknya, jika gelatinisasi pati terhambat akibat kekurangan air atau adanya komponen pengganggu, maka struktur roti menjadi kurang kohesif (Herawati, 2010). Secara keseluruhan, nilai kohesivitas

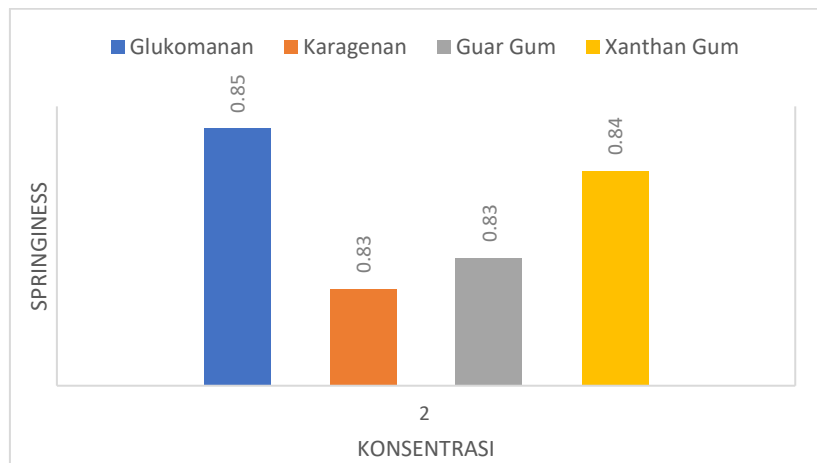
roti tawar berbasis campuran tepung gandum dan terigu relatif stabil antar variasi hidrokoloid, dengan rentang 0,4379–0,4555, yang menunjukkan bahwa semua perlakuan mampu menghasilkan *crumb* dengan kohesivitas baik.



Gambar 2. Diagram respon kekompakan

Kekenyalan (*Springiness*)

Kekenyalan (*springiness*) roti diukur untuk mengetahui kemampuan produk kembali ke bentuk semula setelah diberikan tekanan pertama. Pada metode TPA, nilai kekenyalan dihitung dari perbandingan panjang area 2 dan area 1 ($L2/L1$). Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi tepung gandum utuh dan terigu dengan berbagai jenis hidrokoloid tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kekenyalan roti. Namun, Gambar 3 memperlihatkan adanya peningkatan nilai kekenyalan pada roti dengan hidrokoloid glukomanan dibandingkan jenis lainnya, meskipun perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik.



Gambar 3. Diagram respon kekenyalan

Peningkatan ini diduga terkait dengan konsistensi adonan yang lebih tinggi sehingga mampu menahan gelembung gas hasil fermentasi dan menghasilkan adonan yang mengembang baik. Menurut Lee *et al.* (2001), rendahnya kadar amilopektin dalam pati meningkatkan kemampuan penangkapan gas sehingga kekenyalan roti meningkat. Sebaliknya, roti dengan hidrokoloid karagenan memiliki kekenyalan paling rendah karena kandungan amilopektinnya yang tinggi menurunkan kemampuan menahan gas. Amilopektin yang tinggi juga menyebabkan gelatinisasi pati berulang selama pemanggangan, diikuti penguapan air, sehingga roti menjadi kopong dan kurang kenyal.

Uji *Staling Rate* dan Mikrostruktur

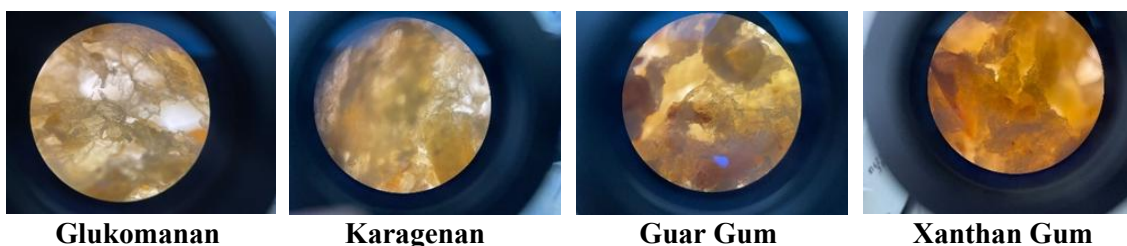
Staling Rate

Selama penyimpanan, semua jenis roti mengalami peningkatan kekerasan akibat kehilangan kelembaban dan retrogradasi pati, meskipun tanpa pengurangan kadar air. Fenomena ini dikenal sebagai *staling* (Cauvain & Young, 2001). Pada penelitian ini, roti tawar gandum juga menunjukkan peningkatan kekerasan setelah disimpan 5–7 hari pada suhu ruang. Penambahan hidrokoloid (glukomanan, karagenan, guar gum, dan xanthan gum) terbukti mampu memperlambat proses *staling* melalui mekanisme pengikatan air oleh gugus hidrofiliknya sehingga kelembaban *crumb* tetap terjaga (Sukamto, 2010). Faktor lain yang dapat menghambat *staling* adalah modifikasi pati, pengaturan distribusi air, serta penambahan aditif seperti *emulsifier*, *shortening*, enzim, dan hidrokoloid yang membentuk kompleks dengan pati selama pemanggangan, sehingga memperlambat retrogradasi.

Secara visual, tanda *staling* mulai terlihat pada hari ketiga penyimpanan di suhu ruang dengan munculnya remah di sekitar roti dan tekstur yang semakin keras. Menurut Chen *et al.* (2021), pencegahan kehilangan air dan migrasi kelembaban dari bagian dalam (*crumb*) ke kulit roti (*crust*) dapat mengurangi perubahan tekstur dan memperlambat proses pengerasan (*staling*). Hal serupa juga diungkapkan oleh Alpers *et al.* (2021), yang menjelaskan bahwa proses *staling* melibatkan redistribusi air dan perubahan fase. Selama penyimpanan, air yang berpindah ke permukaan berkontribusi pada perubahan sifat kulit dan pengerasan bagian dalam roti. Pati yang semula tergelatinisasi akan mengalami rekristalisasi melalui ikatan antar molekul amilosa dan amilopektin, disertai pergeseran distribusi air dari gluten ke pati sehingga *crumb* tampak kering dan rapuh (Tao *et al.*, 2024). Di sisi lain, proses *staling* ini juga didorong oleh dua mekanisme utama lainnya, yakni interaksi pati-protein dan migrasi air, di mana komponen gluten/protein memengaruhi sifat *crust* dan *crumb* melalui perubahan reologi dan pergerakan air. Dinamika air menunjukkan bahwa protein meningkatkan *water-binding capacity* adonan sehingga membentuk ikatan hidrogen dengan air dan pati serta mempengaruhi redistribusi air selama *staling* (Ye *et al.*, 2024).

Analisa Porositas

Pengolahan pangan umumnya menyebabkan perubahan fisik maupun kimia, salah satunya dapat diamati melalui tekstur menggunakan *Texture Profile Analysis* (TPA) atau mikrostruktur dengan mikroskop optik (Ahmed, 2015). Pada penelitian ini, pengujian tekstur roti meliputi kekerasan, kohesivitas, dan kekenyalan, sedangkan uji mikroskopis dilakukan untuk menganalisis ukuran pori roti tawar gandum termodifikasi glukomanan menggunakan mikroskop perbesaran 400 μm menggunakan *software* ImageJ. Komposisi adonan sangat memengaruhi porositas dan ukuran pori. Terdapat hubungan berantai antara komposisi, reologi, dan retensi gas yang mendukung pembentukan pori akhir, sehingga perubahan proporsi bahan akan mengubah porositas tersebut (Wyrwisz *et al.*, 2024). Selain itu, porositas dan volume spesifik juga dipengaruhi secara signifikan oleh produksi CO_2 selama fermentasi, kemampuan jaringan gluten dalam menahan gas, serta peran hidrokoloid dalam pembentukan pori (Tagliasco *et al.*, 2024). Menurut (Miš *et al.*, 2017), mekanisme pembentukan gas dimulai pada tahap *mixing*, kemudian gas (CO_2) mengembang selama fermentasi dan mengalami perubahan saat pengovenan. Lebih lanjut, Aghajanzadeh *et al.* (2024) menjelaskan bahwa inti gelembung yang terbentuk saat pengadukan (*mixing*) akan bertransformasi menjadi *gas cell* yang mengembang selama fermentasi dan *baking*. Pori-pori yang terbentuk pada *crumb* inilah yang menciptakan tekstur lunak pada roti.



Gambar 4. Penampakan jaringan roti secara mikrostruktur menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 μm

Hasil pengamatan mikroskopis pada Gambar 4 menunjukkan adanya matriks gluten yang tersusun kontinu dengan butiran pati melekat di dalamnya, sehingga diduga berkontribusi terhadap tingginya kohesivitas roti tawar gandum. Menurut Aghajanzadeh, *et al.* (2024), pembentukan pori pada tahap *proofing* terjadi melalui gabungan

tiga mekanisme: fisik (penangkapan udara saat *mixing*), biologi (produksi CO₂) oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae*, dan kimia (perubahan viskoelastisitas adonan yang memodifikasi stabilitas dinding gelembung). Selama pengadukan, udara terperangkap dalam adonan dan terdispersi menjadi gelembung-gelembung halus, yang kemudian membentuk pori saat proses pemanasan. Variasi jenis hidrokoloid memengaruhi ukuran dan jumlah pori, di mana semakin banyak buih yang terbentuk maka pori semakin banyak, seragam, dan beraturan (Figoni, 2008). Wang *et al.* (2024) menyatakan bahwa lama *proofing* memengaruhi keseragaman pori roti. Waktu *proofing* yang lebih lama cenderung menghasilkan pori yang lebih besar dan volume pengembangan yang tinggi, sedangkan waktu yang singkat menghasilkan pori yang lebih kecil dan rapat dengan *crumb* yang lebih lembut. Sementara itu, roti berkualitas baik ditandai oleh pori-pori yang kecil, seragam, dan banyak, karena keseragaman ini merupakan salah satu faktor utama penentu penerimaan konsumen (Koswara, 2009).

KESIMPULAN

Jenis hidrokoloid berpengaruh terhadap karakteristik fisik, mikrobiologi serta organoleptik dari produk roti tawar gandum. Berdasarkan karakteristik fisik, jenis hidrokoloid mempengaruhi tingkat kekerasan dimana penambahan xanthan gum memiliki tingkat kekerasan paling tinggi dan karagenan memiliki tingkat kekerasan paling rendah (empuk). Untuk tingkat kekompakan roti, guar gum memiliki tingkat kekompakan paling tinggi namun hidrokoloid lain tidak berbeda jauh. Untuk tingkat kekenyalan, glukomanan memiliki nilai tertinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Politeknik Negeri Pontianak yang telah memberikan dana untuk penelitian melalui dana penelitian hibah dosen. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghajanzadeh, S., Sultana, A., Ziaifar, A. M., & Khalloufi, S. (2024). Formation of pores and bubbles and their impacts on the quality attributes of processed foods: A review. *Food Research International*, 114494. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114494>
- Ahmed, J., Tiwari, B.K., Imam, S.H., & Rao M.A. 2015. *Starch-Based Polymeric Materials and Nanocomposites: Chemistry, Processing, and Applications*. CRC Press, 416 p.
- Alpers, T., Kerpess, R., Frioli, M., Nobis, A., Hoi, K. I., Bach, A., . . . Becker, T. (2021). Impact of Storing Condition on Staling and Microbial Spoilage Behavior of Bread and Their Contribution to Prevent Food Waste. *Foods*, 76. <https://doi.org/10.3390/foods10010076>
- Bai, C., Liu, R., Chun, L., Zhuang, Y., & Hu, J. (2025). Effects of Konjac Glucomannan and Curdlan on the 3D Printability and Physicochemical Properties of Germinated Brown Rice Gel. *Foods*, 1764. <https://doi.org/10.3390/foods14101764>
- Behera, Sudhanshu & Ray, Ramesh. (2015). *Sourdough bread; In: Bread: its Fortification for Nutrition and Health* (Cristina M. Russell, ed), CRC press, USA.
- Boita, E.R.F., Oro, T. Bressiani, J., Santetti, G.S., Bertolin, T.E., & Gutkoski, L.C. Rheological properties of wheat flour dough and pan bread with wheat bran. *Journal of Cereal Science*, 71, 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.08.015>
- Brenner, T., Tuvikene, R., Fang, Y., Matsukawa, S., Nishinari, K. 2025. Rheology of highly elastic iota-carrageenan/kappa-carrageenan/xanthan/konjac glucomannan gels, *Food Hydrocolloids*, 44,136-144. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.09.016>
- Brookfield Engineering Laboratories Inc. (2016). *New CT3 texture analyzer operating instructions manual*. Brookfield Engineering Laboratories Inc.
- Burey, B., Bhandari, R., Howes, T., & Gidley, M.J. (2008). Hydrocolloid gel particles: Formation, characterization and application. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(5), 361–377. <https://doi.org/10.1080/10408390701347801>

- Cauvain, S.P., & Young, L.S. (2008). *Bakery Food Manufacture and Quality: Water Control and Effects* (2nd ed.). Blackwell Publishing.
- Chen, Y., Gavaliatsis, T., Kuster a, S., St€adeli, C., Fischer, P., & Windhab, E. (2021). Crust treatments to reduce bread staling. *Current Research in Food Science*, 182-190. doi:<https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.004>
- Corral, M.M., García, R.G., Balagurusamy, N., León, C.T., & Almanza, A.Y. (2024). Technological and Nutritional Aspects of Bread Production: An Overview of Current Status and Future Challenges. *Foods*, 1-19. <https://doi.org/10.3390/foods13132062>
- Dan, L., & Whittington, R. (2010). *Baking with Passion: Baker and Spice* (1st ed.). Quadrille Publishing Ltd.
- Enquiry. (2014). Texture analyzer. Retrieved October 6, 2025, from <http://www.bestech.com.au/texture-analyzers/>
- Figoni, P. (2008). *How Baking Works* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Gao, Y., Liu, R., & Liang, H. (2024). Food Hydrocolloids: Structure, Properties, and Applications. *Foods*, 1-8. <https://doi.org/10.3390/foods13071077>
- Garutti, M., Nevola, G., Mazzeo, R., Cucciniello, L., Totaro, F., Bertuzzi, C. A., Punglisi, F. (2022). The impact of cereal grain composition on the health and disease outcomes. *Frontiers in Nutrition*, 1-24. doi:10.3389/fnut.2022.888974
- Herawati, H. (2010). Potensi pengembangan produk pati tahan cerna sebagai pangan fungsional. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Ungaran.
- Heini , R.-L., Noort, M. W. J., Katina, K., Alam, S. A., S zer, N., de Kock, H. L., Hersleth, M., & Poutanen, K. (2016). Sensory characteristics of wholegrain and bran-rich cereal foods: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 47, 25-38. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.11.002>
- Jiang, Y., Cheng, S., He, J., Zhou, Z., & Ge, X. (2025). Performance comparison between different hydrocolloids to improve Properties of dough and noodles made from maize-based composite dough. *Food Chemistry:X*, 102361. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102361>
- Koswara, S. (2009). *Teknologi pengolahan roti*. Nachrichten aus der Chemie. eBookPangan.com. <https://doi.org/10.1002/nadc.20164054487>
- Lee, Mee-Ryung & Swanson, Barry & Baik, Byung-Kee. (2001). Influence of amylose content on properties of wheat starch and breadmaking quality of starch and gluten blends. *Cereal Chemistry*, 78, 701-706.
- Mi , A., Nawrocka, A., Lamorski, K., & Dzik, D. (2017). Dynamics of gas cell coalescence during baking expansion of leavened dough. *Food Research International*, 1-33.
- Parsamajid, M., Fazel, M., Majdinasab, M., & Golmakani, M. T. (2025). Synergistic Effects of Hydrocolloid Combinations on Gluten-Free Batter and Bread Characteristics. *Food Science & Nutrition*, 71107. <https://doi.org/10.1002/fsn3.71107>
- Renzo, T. D., Trivisonno, M. C., Nazzaro, S., Reale, A., & Messina, M. C. (2024). Effect of Different Hydrocolloids on the Qualitative Characteristics of Fermented Gluten-Free Quinoa Dough and Bread. *Foods*, 1-14.
- Sukanto. (2010). Perbaikan tekstur dan sifat organoleptik roti yang dibuat dari bahan baku tepung jagung dimodifikasi oleh gum xanthan. *Agrika*, 4(1), 54-59.
- Stauffer, C.E. (1990). *Functional Additives for Bakery Foods*. AVI Book.
- Stanowska, R.W., K osok, K., & Nawrocka, A. (2023). Insight into Organization of Gliadin and Glutenin Extracted from Gluten Modified by Phenolic Acids. *Molecules*, 7790. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules28237790>
- Sun, Y., Xu, X., Zhang, Q., Zhang, D., Xie, X., Zhou, H., . . . Pang, J. (2023). Review of Konjac Glucomannan Structure, Properties, Gelation Mechanism, and Application in Medical Biology. *Polymers*, 1-21. <https://doi.org/10.3390/polym15081852>
- Tagliasco, M., Boukid, F., Renzetti, S., Marti, A., Bancalari, E., Vittadini, E., & Pellegrini, N. (2024). Can fermentation methods and granulometry modulate bread starch digestibility without hindering its technological quality? *Journal of Functional Foods*, 106464. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106464>
- Tao, H., Huang, L.-J., qian Li, S., Lu, F., Cai, W.-H., & Wang, H.-L. (2024). Insight into the promoted recrystallization and water distribution of bread by removing starch granule - surface and - associated proteins during storage. *Food Chemistry*, 138829. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138829>
- Wang, H., Han, P., Zhang, P., & Li, Y. (2024). Influence of yeast concentrations and fermentation durations on the physical properties of white bread. *LWT*, 116063. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116063>
- Wiryowidagdo, S. 2007. *Kimia dan Farmakologi Bahan Alam*, EGC, Jakarta.

- Wyrwisz , J., Wyrwisz, M. M., & Kurek, M. (2024). Modeling of texture and starch retrogradation of high-in-fiber bread using response surface methodology. *Applied sciences*, 11603. doi:<https://doi.org/10.3390/app142411603>
- Ye, H., Zhang, Y., Wang , L., Ban, J., Wei, Y., Fan , F., & Guo, B. (2024). Dynamic study on water state and water migration during gluten–starch model dough development under different gluten protein contents. *foods*, 996. doi:<https://doi.org/10.3390/foods13070996>

Copyright © The Author(s)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)