

Original Article



Pengaruh Substitusi Tepung Ampas Tahu Dan Penambahan Kappa Karagenan Terhadap Waktu Rehidrasi Beras Analog Jagung

Effect of Okara Flour Substitution and κ -Carrageenan Addition on Rehydration Time of Corn-Based Analog Rice

Rahmania Nur Sabitah^{1*}, Noor Rohmah Mayasari², Rita Ismawati³, Raisya⁴

^{1-4*} Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Surabaya,
sabitahrahmania@gmail.com

Informasi Artikel

Submit: 28 – 06 – 2026

Diterima: 19 – 06 – 2026

Dipublikasikan: 20 – 06 – 2026

ABSTRACT

Corn-based analog rice is an alternative food product that has the potential to support food diversification through the utilization of local raw materials. Rehydration time is an important characteristic that indicates the time required for the product to absorb water until it is ready for consumption. This study aimed to analyze the effects of okara flour substitution and kappa-carrageenan addition on the rehydration time of corn-based analog rice. The study employed a 3 × 3 factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with two factors: okara flour substitution and kappa-carrageenan addition. The data were analyzed using Two-Way Analysis of Variance (ANOVA), followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level. The results showed that kappa-carrageenan addition and its interaction with okara flour substitution significantly affected rehydration time, whereas okara flour substitution alone had no significant effect. The shortest rehydration time was obtained for treatment T2K3 at 6.3 minutes, while the longest was observed for treatment T1K3 at 11.3 minutes. These results indicate that the rehydration time of corn-based analog rice is influenced by the interaction between the level of okara flour substitution and kappa-carrageenan addition.

Keywords: corn analog rice, κ -carrageenan, okara flour, rehydration time

ABSTRAK

Beras analog jagung merupakan salah satu alternatif pangan yang berpotensi mendukung diversifikasi pangan melalui pemanfaatan bahan baku lokal. Waktu rehidrasi merupakan salah satu karakteristik penting yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan produk untuk menyerap air hingga siap dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi tepung ampas tahu dan penambahan kappa karagenan terhadap waktu rehidrasi beras analog jagung. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 3 × 3 dengan dua faktor, yaitu substitusi tepung ampas tahu dan penambahan kappa karagenan. Data dianalisis menggunakan *Two-Way Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kappa karagenan dan interaksinya dengan substitusi

***Alamat Penulis Korespondensi:**
Rahmania Nur Sabitah;
Universitas Negeri Surabaya,
Kampus 2 UNESA Lidah Wetan,
Jalan Lidah Wetan, Kecamatan
Lakarsantri, Kota Surabaya, Jawa
Timur, Indonesia 60213.
Phone: 08123745265.
Email:
sabitahrahmania@gmail.com

tepung ampas tahu berpengaruh nyata terhadap waktu rehidrasi, sedangkan substitusi tepung ampas tahu secara tunggal tidak berpengaruh nyata. Waktu rehidrasi tercepat diperoleh pada perlakuan T2K3 sebesar 6,3 menit, sedangkan waktu rehidrasi terlama diperoleh pada perlakuan T1K3 sebesar 11,3 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa waktu rehidrasi beras analog jagung dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat substitusi tepung ampas tahu dan penambahan kappa karagenan.

Kata kunci : beras analog jagung, kappa karagenan, tepung ampas tahu, waktu rehidrasi

PENDAHULUAN

Beras analog jagung merupakan salah satu alternatif pangan berbasis bahan lokal yang berpotensi mendukung diversifikasi pangan di Indonesia (1,2). Pengembangan beras analog tidak hanya berkontribusi dalam mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap beras, tetapi juga memberikan peluang untuk meningkatkan kualitas gizi melalui pemanfaatan berbagai bahan baku lokal dan formulasi bahan yang sesuai (2,3). Jagung merupakan salah satu bahan baku lokal yang berpotensi dikembangkan menjadi beras analog (4). Hal ini didukung oleh tingginya produksi jagung di Indonesia. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS), produksi jagung pipilan kering berkadar air 14% selama 3 tahun terakhir mengalami peningkatan dari 14,77 juta ton (2023) menjadi 15,14 juta ton (2024) dan 16,16 juta ton (2025) (5–7). Peningkatan produksi tersebut menunjukkan bahwa jagung memiliki ketersediaan yang cukup untuk dimanfaatkan sebagai salah satu bahan baku dalam pengembangan beras analog. Dalam pembuatannya, jagung umumnya diolah terlebih dahulu menjadi tepung sebelum dibentuk menjadi butiran beras analog. Selain nilai gizi, karakteristik pemasakan juga menjadi aspek penting dalam pengembangan beras analog. Salah satu parameter yang digunakan untuk mengevaluasi karakteristik tersebut adalah waktu rehidrasi, yaitu waktu yang dibutuhkan butiran beras analog untuk menyerap air hingga menjadi lunak dan siap dikonsumsi (8). Semakin singkat waktu rehidrasi, maka semakin efisien kemampuan butiran dalam menyerap air sehingga lebih praktis dalam proses penyajiannya (9).

Tepung ampas tahu merupakan salah satu bahan yang berpotensi digunakan sebagai substitusi dalam pembuatan beras analog jagung. Ampas tahu merupakan hasil samping industri tahu yang masih belum dimanfaatkan secara optimal sehingga sering kali menjadi limbah yang mencemari lingkungan (10). Meskipun demikian, ampas tahu masih mengandung protein, serat pangan, dan senyawa bioaktif sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk meningkatkan nilai gizi berbagai produk pangan sekaligus mengurangi limbah hasil samping industri tahu (11). Pemanfaatan ampas tahu (okara) pada produk pangan juga menunjukkan dapat memengaruhi karakteristik fisikokimia dan sifat pati pada beras rekonstruksi (12). Selain itu, interaksi antara protein dengan pati dapat memengaruhi karakteristik gelatinisasi dan retrogradasi pati (13). Temuan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan tepung ampas tahu dalam beras analog jagung berpotensi memengaruhi struktur produk dan kemampuan penyerapan air selama proses rehidrasi.

Namun, penggunaan tepung jagung dan tepung ampas tahu dalam pembuatan beras analog memiliki keterbatasan dalam pembentukan struktur adonan. Tepung jagung tidak mengandung gluten, sedangkan gluten berperan dalam membentuk jaringan yang membantu mempertahankan struktur dan daya ikat adonan. Kondisi tanpa gluten dapat menyebabkan adonan memiliki kemampuan mengikat yang relatif rendah sehingga butiran beras analog yang dihasilkan cenderung kurang stabil (14). Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penggunaan hidrokoloid pada produk bebas gluten dapat membantu memperbaiki struktur dan karakteristik produk (15).

Salah satu hidrokoloid yang banyak digunakan sebagai bahan pengikat adalah kappa karagenan. Kappa karagenan memiliki kemampuan membentuk gel dan mengikat air sehingga dapat membantu menjaga kestabilan struktur produk (16). Pada beras analog jagung, sifat tersebut dapat memengaruhi kemampuan butiran dalam menyerap air selama proses rehidrasi. Struktur butiran yang lebih rapat dapat menghambat masuknya air sehingga waktu rehidrasi menjadi lebih lama, sedangkan struktur butiran yang lebih terbuka memungkinkan air masuk lebih mudah sehingga waktu rehidrasi menjadi lebih

singkat. Dengan demikian, penambahan kappa karagenan dapat menyebabkan perbedaan waktu rehidrasi pada beras analog jagung (17,18).

Beberapa penelitian telah mengkaji pengembangan beras analog jagung dengan penambahan hidrokoloid seperti kappa karagenan untuk memperbaiki karakteristik fisik dan tekstur produk (19,20). Penelitian (19) menunjukkan bahwa penambahan kappa karagenan dan konjak dapat menghasilkan beras analog dengan tingkat kerusakan butiran yang rendah dan waktu rehidrasi yang relatif singkat (3,5 menit). Di sisi lain, pemanfaatan tepung ampas tahu sebagai bahan substitusi telah dilaporkan mampu meningkatkan kandungan protein pada berbagai produk pangan sehingga berpotensi memperbaiki kualitas gizinya (21,22). Namun, penelitian yang mengkaji terkait kombinasi substitusi tepung ampas tahu dan penambahan kappa karagenan terhadap waktu rehidrasi beras analog jagung masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh kedua faktor tersebut terhadap waktu rehidrasi beras analog jagung.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor dan 3 kelompok (blok). Pengelompokan dilakukan berdasarkan waktu pelaksanaan percobaan, yaitu 3 hari yang berbeda dengan waktu pembuatan yang sama pada setiap kelompok. Faktor pertama adalah substitusi tepung jagung dengan tepung ampas tahu yang terdiri atas 3 taraf, yaitu T1 (90% tepung jagung : 10% tepung ampas tahu), T2 (80% tepung jagung : 20% tepung ampas tahu), dan T3 (70% tepung jagung : 30% tepung ampas tahu). Faktor kedua adalah penambahan kappa karagenan yang terdiri atas 3 taraf, yaitu K1 (2%), K2 (2,5%), dan K3 (3%). Kombinasi kedua faktor tersebut menghasilkan 9 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan ditempatkan 1 kali pada setiap kelompok sehingga diperoleh 27 satuan percobaan. Susunan pengacakan kombinasi perlakuan pada setiap kelompok disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan Pengacakan Kombinasi Perlakuan

Kelompok I		
T1K1 ¹	T3K2 ²	T2K3 ³
T3K3 ⁴	T3K1 ⁵	T1K2 ⁶
T2K2 ⁷	T2K1 ⁸	T1K3 ⁹
Kelompok II		
T1K2 ¹	T3K1 ²	T3K3 ³
T1K3 ⁴	T2K1 ⁵	T2K2 ⁶
T1K1 ⁷	T2K3 ⁸	T3K2 ⁹
Kelompok III		
T2K2 ¹	T3K1 ²	T1K1 ³
T3K3 ⁴	T1K3 ⁵	T1K2 ⁶
T2K1 ⁷	T3K2 ⁸	T2K3 ⁹

Keterangan : 1,2,3,4,5,6,7,8,9 = urutan pembuatan sampel pada masing-masing hari pengamatan

Waktu dan Tempat Penelitian

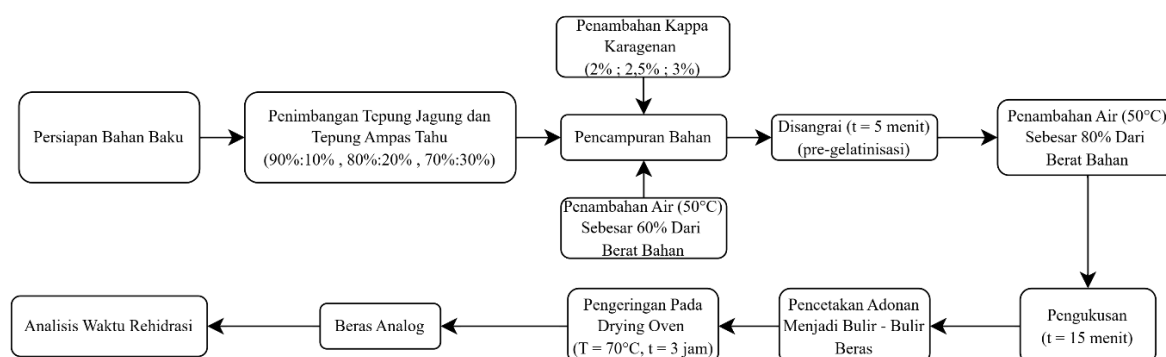
Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2025 hingga Maret 2026. Proses pembuatan beras analog dilakukan di Laboratorium Kuliner dan Dietetik, Program studi S1 Gizi, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Surabaya. Pengujian waktu rehidrasi dilakukan di Laboratorium Analisa Zat Gizi, Program studi S1 Gizi, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Surabaya.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi tepung jagung, tepung ampas tahu, kappa karagenan, fermipan, dan air. Peralatan yang digunakan meliputi timbangan, blender, ayakan 80 *mesh*, baskom, panci kukus, kompor gas, dan *drying oven*.

Prosedur

Penelitian diawali dengan pembuatan tepung ampas tahu sebagai bahan substitusi. Selanjutnya, dilakukan 2 tahap pra-eksperimen, yaitu penentuan formulasi beras analog dan penentuan konsentrasi penambahan kappa karagenan yang digunakan pada penelitian utama. Formulasi yang diperoleh kemudian digunakan pada eksperimen utama sesuai dengan rancangan penelitian. Proses pembuatan beras analog meliputi pencampuran bahan, penyangraian, penambahan air, pengukusan, pencetakan butiran dan pengeringan hingga diperoleh beras analog yang siap untuk pengujian. Alur pembuatan beras analog disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pembuatan Beras Analog Jagung

Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa waktu rehidrasi beras analog jagung. Pengukuran waktu rehidrasi dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap satuan percobaan sehingga diperoleh total 81 data pengamatan. Sebanyak 2 g beras analog jagung dimasukkan kedalam gelas piala, kemudian ditambahkan 50 ml air mendidih dan ditutup dengan gelas arloji. Setiap 1 menit, 1 butir sampel diambil dan ditekan di antara 2 lempeng kaca. Waktu rehidrasi ditentukan saat inti putih pada bagian tengah butiran telah hilang atau butiran tampak translusen.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan IBM SPSS Statistics versi 27. Sebelum dilakukan analisis, data di transformasi menggunakan akar kuadrat (square root transformation) untuk memenuhi asumsi analisis. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan *Two Way Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung ampas tahu, penambahan kappa karagenan, dan interaksi kedua faktor terhadap waktu rehidrasi beras analog jagung. Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$), dilakukan pengujian lanjutan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%.

HASIL

Hasil rata rata pengujian waktu rehidrasi beras analog jagung pada setiap kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 2 sebelum dilakukan uji analisis secara statistik.

Tabel 2. Rata-Rata Waktu Rehidrasi

Perlakuan	Waktu Rehidrasi (menit)
T1K1	8,8
T1K2	7,4
T1K3	11,3
T2K1	11,2
T2K2	10,8

Perlakuan	Waktu Rehidrasi (menit)
T2K3	6,3
T3K1	11,1
T3K2	7
T3K3	9,4

. Waktu rehidrasi beras analog jagung berkisar antara 6,3 menit sampai 11,3 menit. Waktu rehidrasi tercepat diperoleh pada perlakuan T2K3 (80% tepung jagung, 20% tepung ampas tahu, dan 3% karagenan) sebesar 6,3 menit. Sedangkan, waktu rehidrasi paling lama terdapat pada perlakuan T1K3 (90% tepung jagung, 10% tepung ampas tahu, dan 3% karagenan) sebesar 11,3 menit.

Untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung ampas tahu, penambahan kappa karagenan, serta interaksi kedua faktor terhadap waktu rehidrasi beras analog jagung dilakukan analisis *Two-Way* ANOVA. Hasil analisis disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji *Two-Way* ANOVA

Parameter	T	K	TxK
Waktu Rehidrasi	0,852	<0,05	<0,05

Berdasarkan hasil uji *Two-Way* ANOVA, faktor penambahan kappa karagenan (K) dan interaksi antara substitusi tepung ampas tahu dengan penambahan kappa karagenan (TxK) berpengaruh nyata terhadap waktu rehidrasi ($p < 0,05$). Sebaliknya, faktor substitusi tepung ampas tahu (T) tidak berpengaruh nyata terhadap waktu rehidrasi ($p > 0,05$).

Dikarenakan hasil *Two-Way* ANOVA menunjukkan adanya pengaruh nyata pada faktor K dan TxK, analisis dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Hasil uji DMRT disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji DMRT Faktor K Terhadap Waktu Rehidrasi

Perlakuan	Waktu Rehidrasi (menit)
K1 (2%)	10,41 ^b
K2 (2,5%)	8,44 ^a
K3 (3%)	9,04 ^a

Keterangan : a,b = notasi huruf yang serupa menunjukkan tidak ada pengaruh/perbedaan nyata

Hasil uji DMRT diatas menunjukkan taraf penambahan kappa karagenan 2% (K1) berbeda nyata dengan taraf 2,5% (K2) dan 3% (K3), sedangkan K2 dan K3 tidak menunjukkan perbedaan nyata. Perbedaan tersebut ditandai dengan notasi huruf pada masing-masing taraf perlakuan.

Tabel 5. Hasil Uji DMRT Faktor TxK Terhadap Waktu Rehidrasi

Perlakuan	Waktu Rehidrasi (menit)
T1K1 (90:10:2%)	8,89 ^b
T1K2 (90:10:2,5%)	7,44 ^a
T1K3 (90:10:3%)	11,3 ^d
T2K1 (80:20:2%)	11,22 ^d
T2K2 (80:20:2,5%)	10,89 ^{cd}
T2K3 (80:20:3%)	6,33 ^a
T3K1 (70:30:2%)	11,11 ^d
T3K2 (70:30:2,5%)	7 ^a
T3K3 (70:30:3%)	9,44 ^{bc}

Keterangan : a,b,c,d = notasi huruf yang serupa menunjukkan tidak ada pengaruh/perbedaan nyata

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa interaksi antara substitusi tepung ampas tahu dan penambahan kappa karagenan menghasilkan perbedaan nyata pada beberapa kombinasi perlakuan. Waktu rehidrasi tercepat diperoleh pada T2K3 (6,33 menit) dan tidak berbeda nyata dengan T3K2 (7 menit) maupun T1K2 (7,44 menit). Sebaliknya, waktu rehidrasi terlama diperoleh pada T1K3 (11,30 menit) dan tidak berbeda nyata dengan T2K1 (11,22 menit) maupun T3K1 (11,11 menit).

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kappa karagenan serta interaksi antara substitusi tepung ampas tahu dengan penambahan kappa karagenan berpengaruh nyata terhadap waktu rehidrasi, sedangkan substitusi tepung ampas tahu secara tunggal tidak memberikan pengaruh nyata. Waktu rehidrasi dipengaruhi oleh kemampuan butiran beras analog dalam menyerap air selama proses rehidrasi. Kemampuan menyerap air merupakan salah satu karakteristik penting pada produk beras analog karena berkaitan dengan waktu yang dibutuhkan produk untuk mencapai kondisi siap dikonsumsi (1,23). Semakin mudah air masuk dan terserap ke dalam butiran, semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk proses rehidrasi (23,24).

Peningkatan jumlah tepung ampas tahu dari 10% hingga 30% belum menghasilkan perbedaan waktu yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan proporsi substitusi tepung ampas tahu saja belum cukup untuk menghasilkan perbedaan waktu rehidrasi yang nyata. Meskipun tepung ampas tahu mengandung protein yang dapat berinteraksi dengan pati dan memengaruhi proses gelatinisasi, retrogradasi, serta struktur produk pangan, dalam penelitian ini pengaruh tersebut belum terlihat secara nyata terhadap waktu rehidrasi ketika tepung ampas tahu digunakan sebagai faktor tunggal (13,25). Namun, pengaruh tepung ampas tahu menjadi berbeda ketika dikombinasikan dengan kappa karagenan. Hal ini terlihat dari adanya interaksi nyata antara kedua faktor tersebut terhadap waktu rehidrasi.

Di sisi lain, kappa karagenan juga berperan dalam proses rehidrasi karena memiliki kemampuan membentuk gel dan mengikat air melalui pembentukan kompleks protein-polisakarida (26). Hidrokoloid seperti kappa karagenan juga dapat memengaruhi karakteristik tekstur dan pemasakan pada produk berbasis pati dan bebas gluten (16). Dalam penelitian ini, penambahan kappa karagenan sebesar 2% (K1) dan 2,5% (K2) menghasilkan adonan yang relatif mudah dibentuk. Sebaliknya, penambahan kappa karagenan sebesar 3% (K3) menghasilkan adonan yang cenderung lebih sulit menyatu dan butiran yang lebih rapuh. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi penambahan kappa karagenan dapat menghasilkan karakteristik adonan yang berbeda dan diduga turut memengaruhi proses rehidrasi. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Kurniasari dkk. (15) yang melaporkan bahwa penambahan kappa karagenan memengaruhi karakteristik fisik dan struktur butiran beras analog.

Adanya interaksi antara substitusi tepung ampas tahu dan penambahan kappa karagenan (TxK) menunjukkan bahwa pengaruh kappa karagenan terhadap waktu rehidrasi bergantung pada tingkat substitusi tepung ampas tahu yang digunakan. Berdasarkan hasil uji DMRT, perlakuan T2K3 menghasilkan waktu rehidrasi tercepat sebesar 6,3 menit, sedangkan T1K3 menghasilkan waktu rehidrasi paling lama sebesar 11,3 menit. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi tepung ampas tahu dan kappa karagenan menghasilkan waktu rehidrasi yang berbeda. Perbedaan ini diduga berkaitan dengan karakteristik butiran yang terbentuk dari kombinasi bahan, terutama kemampuan beras analog dalam menyerap air selama proses rehidrasi. Protein pada tepung ampas tahu dapat berinteraksi dengan pati, sedangkan kappa karagenan memiliki kemampuan dalam membentuk gel dan mengikat air (25–27). Interaksi antarkomponen tersebut berpotensi memengaruhi kemampuan butiran dalam menyerap air selama proses rehidrasi. Namun, karena struktur internal butiran tidak diamati secara langsung dalam penelitian ini, penyebab perbedaan waktu rehidrasi tersebut belum dapat dijelaskan secara pasti dari perubahan struktur.

Di samping pengaruh komposisi bahan, proses pembentukan butiran juga dapat memengaruhi hasil pengujian waktu rehidrasi. Pada penelitian ini, pembentukan butiran dilakukan secara manual sehingga ukuran dan bentuk butiran belum sepenuhnya seragam. Perbedaan ukuran dan bentuk butiran dapat memengaruhi luas permukaan serta jalur masuknya air selama proses rehidrasi, sehingga

berpotensi menimbulkan variasi waktu rehidrasi antar perlakuan (23). Kondisi tersebut menjadi salah satu keterbatasan penelitian yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil waktu rehidrasi.

KESIMPULAN

Penambahan kappa karagenan (K) dan interaksi antara substitusi tepung ampas tahu dan penambahan kappa karagenan (TxK) berpengaruh nyata terhadap waktu rehidrasi beras analog jagung. Sebaliknya, substitusi tepung ampas tahu (T) secara tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap waktu rehidrasi beras analog jagung. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa perlakuan T2K3 (80% tepung jagung : 20% tepung ampas tahu : 3% kappa karagenan) menghasilkan waktu rehidrasi tercepat (6,3 menit), sedangkan T1K3 (90% tepung jagung : 10% tepung ampas tahu : 3% kappa karagenan) menghasilkan waktu rehidrasi paling lama (11,30 menit).

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji karakteristik mikrostruktur beras analog menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) sehingga hubungan antara struktur butiran dan waktu rehidrasi dapat dijelaskan lebih mendalam. Selain itu, proses pembentukan butiran sebaiknya dilakukan menggunakan alat pencetak sehingga butiran yang dihasilkan lebih seragam agar variasi ukuran dan bentuk butiran dapat diminimalkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Noor Rohmah Mayasari, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran yang sangat berarti selama proses penelitian hingga penyusunan naskah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi S1 Gizi, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Surabaya atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan selama penelitian ini berlangsung. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan rekan sejawat atas doa, dukungan, dan motivasi yang diberikan selama proses penelitian dan penyusunan naskah.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis dalam artikel ini tidak memiliki konflik dan kepentingan

DAFTAR PUSTAKA

1. Chaturvedi S, Manickavasagan A. Rice analogues: Processing methods and product quality. *Trends in Food Science and Technology*. 2024. doi:10.1016/j.tifs.2024.104493
2. Putri D, Kusumayanti H. Literature Review: Indonesian Local Materials as Raw Materials for Optimizing the Content of Analog Rice as a Substitute for Rice. *Media Gizi Kesmas*. 2023 Nov 30;12(2):1088–94. doi:10.20473/mgk.v12i2.2023.1088-1094
3. Fitria Anggraini R, Budijanto S, Sitanggang AB. Ulasan Ilmiah: Peluang Pengembangan Beras Analog Fortifikasi dari Berbagai Bahan Baku Lokal dalam Mengurangi Defisiensi Mikronutrien. *Vol. 31. 2022 Apr 19;31(1):83–94*. doi:10.33964/jp.v31i1.579
4. Jariyah J, Kumalasari D, Yulistiani R, Mardhotillah S. Physicochemical and Organoleptic Properties of Analog Rice from White Corn Flour and Canna Starch with Glycerol Monostearate Addition. *AgriHealth: Journal of Agri-food, Nutrition and Public Health*. 2025;6(2). doi:10.20961/agrihealth.v6i2.107009
5. Badan Pusat Statistik. Luas Panen dan Produksi Jagung di Indonesia 2023. Vol. 1. Jakarta; 2024.
6. Badan Pusat Statistik. Luas Panen dan Produksi Jagung di Indonesia 2024. Vol. 2. Jakarta; 2025.

7. Badan Pusat Statistik. Luas Panen dan Produksi Jagung di Indonesia 2025 (Angka Tetap) [Internet]. Jakarta; 2026 Feb [cited 2026 Aug 15]. Available from: <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2026/02/02/2538/luas-panen-jagung-pipilan-pada-2025-sebesar-2-71-juta-hektare--mengalami-kenaikan-sebesar-0-16-juta-hektare-atau-6-35-persen.html>
8. Haristian MI, Widyasaputra R, Kusumastuti. Karakteristik Beras Analog Berbasis Tepung Talas Belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) dan Tepung Kacang Merah dengan Perekat Carboxymethyl cellulose. *Agroforetech*. 2024 Mar;2(1).
9. Shen Y, He G, Gong W, Shu X, Wu D, Pellegrini N, et al. Pre-soaking treatment can improve cooking quality of high-amylose rice while maintaining its low digestibility. *Food Funct*. 2022;56(2). doi:10.1039/d2fo02056d
10. Ruri Suryani R, Hakim A, Wazna Auvaria S, Ika Mustika dan. Penambahan chitosan dan plasticizerglycerin dalam pembuatan bioplastik berbahan dasar ekstrak protein ampas tahu. *Penbahan chitosan dan plasticizerglycerin dalam pembuatan bioplastik berbahan dasar ekstrak protein ampas tahu. Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*. 2021;7(2):159–69.
11. Asghar A, Afzaal M, Saeed F, Ahmed A, Ateeq H, Shah YA, et al. Valorization and food applications of okara (soybean residue): A concurrent review. *Food Science and Nutrition*. 2023. doi:10.1002/fsn3.3363
12. Xue S, Cui Z, Yang L, Wang S, He Y, Zhang Y, et al. The effect of okara on physical–chemical characteristics and starch hydrolysis of extruded reconstituted rice in vitro. *J Funct Foods*. 2024 Jun 1;117. doi:10.1016/j.jff.2024.106252
13. Wu C, Gong X, Zhang J, Zhang C, Qian JY, Zhu W. Effect of rice protein on the gelatinization and retrogradation properties of rice starch. *Int J Biol Macromol*. 2023;242. doi:10.1016/j.ijbiomac.2023.125061
14. Vedantam SK, Sagili JL, Dikkala PK, Sridhar K. Functional, thermal, pasting, and rheological properties of gluten-free maize composite flour: Effect of moth bean flour and hydrocolloid addition. *J Food Process Preserv*. 2021;45(12). doi:10.1111/jfpp.16104
15. Herawati H, Fetriyuna Fetriyuna, Agustinisari I, Kurniasari I, Hastuti N, Eris FR, et al. Applications of Hydrocolloids and Its Effects on Physicochemical Characteristics of Gluten-free Bread from Corn and Rice Flour. *Sains Malays*. 2024;53(2). doi:10.17576/jsm-2024-5302-07
16. Lubowa M, Shin Yong Y, Muhamad Shaban M. Hydrocolloids in Rice Noodle Production: Enhancing Texture, Cooking Quality, and Sustainability in Gluten-Free Formulations: A Review. *Journal of Food Innovation, Nutrition, and Environmental Sciences*. 2024 Nov;1(1):30–46. doi:10.70851/qdw8d910
17. Liu F, Hou P, Zhang H, Tang Q, Xue C, Li RW. Food-grade carrageenans and their implications in health and disease. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2021. doi:10.1111/1541-4337.12790
18. Yoora S, Songsermpong S. Effects of water, guar gum, potassium chloride, and drying methods on quality and rehydration time of instant fermented rice noodles. *Int J Food Sci Technol*. 2022;57(9). doi:10.1111/ijfs.15969
19. Kurniasari I, Kusnandar F, Budijanto S. Karakteristik Fisik Beras Analog Instan Berbasis Tepung Jagung dengan Penambahan k-Karagenan dan Konjak. *agriTECH*. 2020;40(1). doi:10.22146/agritech.47491
20. Noviasari S, Kusnandar F, Setiyono A, Budijanto S. Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensori Beras Analog Berbasis Bahan Pangan Non Beras. *Jurnal Pangan*. 2017;26(1). doi:10.33964/jp.v26i1.347
21. Karlina P, Restusari L, Rahayu D. Efektivitas Penambahan Ampas Tahu Terhadap Tingkat Kesukaan dan Kadar Protein Nugget Ikan Gabus. *JURNAL RISET GIZI*. 2022;10(2). doi:10.31983/jrg.v10i2.10696
22. Ratnasari D. Pemanfaatan tepung ampas tahu sebagai bahan tambahan pembuatan snack bar ditinjau dari kadar protein dan daya terima. *Journal of Technology and Food Processing (JTFF)*. 2023 Jan;3(01). doi:10.46772/jtff.v3i01.1107

23. Rahayu S, Muhandri T, Hunaefi D, Fuhrmann P, Smetanska I. Ready-To-Eat Rice in Retort Pouch Packaging as an Alternative Emergency Food Product. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2022;33(2). doi:10.6066/jtip.2022.33.2.129
24. Kishore SG, Dwivedi M, Rahul R, Deepa J, Jeevarathinam G, Kamaleeswari K, et al. Enhancing millet-based analogue rice through sustainable cold plasma treatment: effects on mineral composition, structural, textural, cooking, and rheological properties. *Sustainable Food Technology*. 2025. doi:10.1039/d5fb00413f
25. Scott G, Awika JM. Effect of protein–starch interactions on starch retrogradation and implications for food product quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2023. doi:10.1111/1541-4337.13141
26. Bartkuvienė I, Keršienė M, Petrikaitė V, Leskauskaitė D. Modulation of pea protein isolate hydrogels by adding kappa-carrageenan: gelling properties and formation mechanism. *Int J Food Sci Technol*. 2024 Jul 22;59(9):6598–610. doi:10.1111/ijfs.17413
27. Gao Y, Liu R, Liang H. Food Hydrocolloids: Structure, Properties, and Applications. *Foods*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024. doi:10.3390/foods13071077