

KARAKTERISTIK PANGAN LOKAL INSTAN “BURGO” DIPRODUKSI DENGAN METODE EKONOMIS FREEZE-DRYING

CHARACTERISTIC OF INSTANT TRADITIONAL FOOD “BURGO” PREPARED FROM LOW COST FREEZE-DRYING TECHNIQUE

Tanggal masuk:

Tanggal diterima: 01 September 2023

Abstract

Instant burgo made from 3 kinds of rice flour combined with binding agents and salt in determined proportion were studied for achieving the information on best combination which produced desired food product. the dehydration methods were also compared between direct drying and freeze-drying application. The main flours have amylose content ranging between 15.64- 23.83%, whereas binding agents have amylose content in quite higher range, 2.8-30.21%. This variation was suggested affecting the important characteristic of instant burgo, such as texture. Moreover, the instant burgo had the same hardness and cohesiveness as the freshly processed of original recipe of burgo from the same type of rice.

Keywords *instant, starch, freeze-drying*

Abstrak

Burgo instan dibuat dari 3 varian tepung beras dikombinasikan dengan *binding* agent dan garam pada proporsi tertentu dikaji untuk mendapatkan informasi mengenai kombinasi terbaik yang menghasilkan produk pangan dengan kualitas yang diinginkan. Metode dehidrasi juga dibandingkan antara pengeringan oven konvensional dan metode ekonomis *freeze drying*. Bahan baku utama yakni tepung beras yang berasal dari beras bulir panjang, medium, dan pendek memiliki kandungan amilosa 15.64- 23.83%, dimana *binding agents* memiliki kandungan amilosa yang lebih tinggi, yakni 2.8-30.21%. Variasi nilai amilosa ini diyakini mempengaruhi karakteristik penting pada produk instan burgo, seperti tekstur.

Kata kunci: instan, pati, pengeringan-pembekuan

PENDAHULUAN

Burgo adalah produk pangan tradisional berbahan baku pati yang berasal dari Indonesia, yakni wilayah Sumatera Selatan. Produk pangan ini dibuat menggunakan bahan baku tepung beras sebagai bahan baku utama dan disajikan dengan kuah santan. Bahan baku lainnya umumnya berupa tambahan tepung tapioka yang berperan sebagai agen pengikat, serta garam dan air dalam proporsi tertentu. Proses pengolahan produk ini meliputi tahapan gelatinisasi dari campuran bahan utama dan bahan pendukung sebelum proses penggulungan dan pemotongan. Sejauh ini, belum ditemukan produk burgo instan di pasaran. Salah satu penyebabnya adalah kesulitan mempertahankan sifat fungsional burgo setelah dikeringkan. Tekstur burgo yang sesuai dengan preferensi konsumen adalah tidak lengket, serta lembut dan elastis. Sangat sedikit informasi yang tersedia mengenai penelitian burgo baik burgo siap saji maupun burgo instan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengolahan burgo instan. Burgo instan adalah jenis burgo kering yang dapat direhidrasi menjadi burgo siap santap dalam waktu relatif singkat. Burgo instan yang telah direhidrasi harus memiliki karakteristik yang sama dengan burgo siap santap. Selain itu, burgo instan diharapkan memiliki umur simpan yang lebih lama. Penelitian burgo instan ini diharapkan dapat meningkatkan penjualan burgo sebagai makanan tradisional hingga menjangkau pasar nasional.

Tepung beras yang digunakan sebagai bahan baku dapat berasal dari kultivar yang berbeda. Perbedaan kultivar padi dapat menghasilkan produk dengan karakteristik tekstur yang berbeda. Salah satu faktor yang berpengaruh dalam hal ini adalah kandungan amilosa (Prima et al., 2015). Oleh karena itu, beberapa jenis tepung beras dengan perbedaan kandungan amilosa dikaji untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik burgo yang dihasilkan. Tapioka umumnya digunakan sebagai *binding agent* dalam pengolahan burgo siap santap. Sampai saat ini, belum ada penelitian mengenai penggunaan jenis pati lain dan pengaruhnya terhadap karakteristik tekstur dari burgo. Adapun jenis pati lain yang potensial untuk digunakan sebagai *binding agent* adalah sagu dan beras ketan. Sehingga, pengaruh penggunaan kedua jenis pati tersebut juga diperhitungkan dalam perbedaan karakteristik tekstur burgo instan.

Bahan aditif pangan seringkali ditambahkan pada produk instan untuk mencapai karakteristik produk yang diinginkan. Dalam penelitian ini, perlakuan fisik seperti freeze drying (Pembekuan pengeringan) dipakai untuk menggantikan keberadaan bahan aditif pangan. Nowak and Jakubczyk (2020) menyatakan bahwa proses pembekuan dapat mengubah porositas dari bahan pangan. Porositas adalah karakteristik penting dari suatu produk instan yang berhubungan dengan proses rehidrasi. Karakteristik rehidrasi, sebagai contoh rasio dan kapasitas rehidrasi, sangat dipengaruhi oleh porositas (Aravindakshan et al. (2021).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perlakuan fisik terbaik yang dikombinasikan dengan *binding agent* yang tepat untuk memperoleh karakteristik burgo instan yang diinginkan. Karakteristik terbaik dari burgo instan yakni waktu rehidrasi yang singkat serta karakteristik fisika, kimia serta sensori yang tidak jauh berbeda dengan burgo siap santap.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Tepung beras diperoleh dari hasil penggilingan beras dan pengayakan 100 mesh. Beras yang digunakan diseleksi berdasarkan kandungan amilosa (>25%, 18-25%, and <18%). Reagen yang digunakan yakni KIO_3 , HCl, Ethanol, KOH, KI, NaCl, Glucose, Phenol, H_2SO_4 , NaOH, and Dimethyl Sulfoxide (Merck).

Tiga jenis tepung beras yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari varian beras Indica yang diperoleh dari pasar lokal di Sumatera Selatan. Begitupun *binding agent* yang digunakan, yakni beras ketan, tapioka, dan sagu juga berasal dari merk komersil. Burgo siap santap diproduksi dari kombinasi tepung beras dan *binding agents* seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi tepung beras dan *binding agent* untuk pengolahan burgo siap santap

	Binding agents	Beras ketan	Tapioka	Sagu
Tepung beras				
Tepung beras bulir panjang		A1	B1	C1
Tepung beras bulir medium		A2	B2	C2
Tepung beras bulir pendek		A3	B3	C3

Metode Penelitian

Formulasi kontrol burgo menggunakan 50 g tepung beras, 10 g tapioka, 5 g garam dan 150 ml air. Variasi penelitian dilakukan dengan substitusi *binding agent*, yakni tapioka, dengan sagu atau beras ketan. Tahapan pertama dalam pembuatan adonan burgo yakni pencampuran tepung beras dengan 50 ml air mendidih hingga terlarut sempurna. Selanjutnya, *binding agent*, garam dan sisa air ditambahkan ke dalam adonan. Pencetakan adonan dilakukan dengan cetakan aluminium dan dikukus ($100^{\circ}C$, 25 menit). Tahapan akhir berupa penggulungan atau pembentukan adonan yang telah dikukus.

Kadar air pati dianalisa menggunakan alat Moisture determination balance FD-600 (Kett) dengan pengaturan suhu $100^{\circ}C$ dan periode 30 menit. Total karbohidrat pati ditentukan dengan metode Fenol-Sulfur (Dubois et al., 1956). Selanjutnya, kandungan amilosa ditentukan dengan modifikasi dari metode afinitas Iodine dari pati bebas lemak (Takeda et al., 1987). Volume KIO_3 yang digunakan untuk memproduksi kompleks I_2 -amilosa dihitung berdasarkan kurva titrasi dan dibandingkan dengan kontrol. Afinitas iodine (IA, mg of $I_2/100$ mg pati) dan kadar apparent amilosa dihitung dengan membagi IA dari pati bebas lemak dengan nilai 20 (IA dari amilosa murni). Perhitungan diulang sebanyak 3 kali untuk setiap sampel.

Sifat gelatinisasi dari pati dianalisa dengan DSC (differential scanning calorimeter, DSC 100P; Seiko). Modifikasi dari metode Li dan Yeh (2001) diaplikasikan untuk menentukan daya kembang pati (*Swelling power*) berdasarkan formula berikut ini

$$SP = \frac{(\text{precipitate weight} \times 100)}{(\text{starch dry weight}) \times (100\% \text{ SS})}$$

Adapun viskositas pati dianalisa menggunakan Rapid Visco-Analyzer (RVA, Newport Scientific). Suspensi air-pati disiapkan dengan persentase 8% (w/w) dari total berat 28.0 g. Suspensi didiamkan selama 20 menit di suhu ruang sebelum diaplikasikan pada alat. Kondisi suhu-waktu yang sama diterapkan untuk setiap sampel : pemanasan dari 50^o C to 95^o C pada suhu 60^o C /menit, waktu *holding* pada 95^o C pada 5 menit, pendinginan dari 95^o C ke 50^o C selama 7.5 menit. Kecepatan alat dijaga konstan pada 160 rpm.

Burgo instan dipersiapkan menggunakan 2 variasi pengeringan, yakni metode oven konvensional dan metode ekonomis freeze-drying. Metode oven konvensional dilakukan dengan memotong burgo yang telah dimasak setebal 2 cm, kemudian dikeringkan secara langsung di oven pada suhu 120^o C selama 4 – 5 jam. Sedangkan, metode ekonomis freeze-drying mengaplikasikan pembekuan di dalam freezer (-5^o C) selama 1-2 hari sebelum pembekuan. Metode rehidrasi dilakukan dengan pengukusan burgo instan pada suhu 100^o C selama 20 menit. Produk akhir dari tiap kombinasi (Tabel 1) diuji teksturnya untuk profil kekerasan dan keterpaduan menggunakan alat Texture Profile Analysis (Sun Scientific Co. Ltd). Nilai kekerasan dihitung secara langsung berdasarkan grafik yang didapatkan dari alat. Keterpaduan dihitung sebagai hasil perbandingan kekerasan di simulasi gigitan pertama dan kedua.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Kimia dari Varian Tepung Beras dan *Binding Agent*

Hasil analisis komposisi kimia, termasuk analisis amilosa dan kadar air ditunjukkan pada Tabel 2. Kandungan amilosa tepung beras dipengaruhi beberapa faktor. Hyun-Jung et al. (2011) menyatakan bahwa beras bulir rendah memiliki kandungan amilosa lebih rendah daripada beras bulir panjang. Pernyataan ini sejalan dengan hasil analisis amilosa pada penelitian ini dimana beras bulir panjang memiliki kandungan amilosa tertinggi (23.83%) dibanding beras bulir sedang (17.87%) dan bulir pendek (15.64%). Beras ketan, dengan kandungan amilosa 2.8% sejalan dengan hasil penelitian hasil penelitian Shi and Gau (2011) yang menemukan bahwa kandungan amilosa apparent dari beras ketan hanya berkisar 2%. Variasi dalam kandungan amilosa ini dapat dipengaruhi oleh asal botani dari beras itu sendiri.

Tabel 2. Komponen Kimia Bahan Baku dan *Binding Agent*

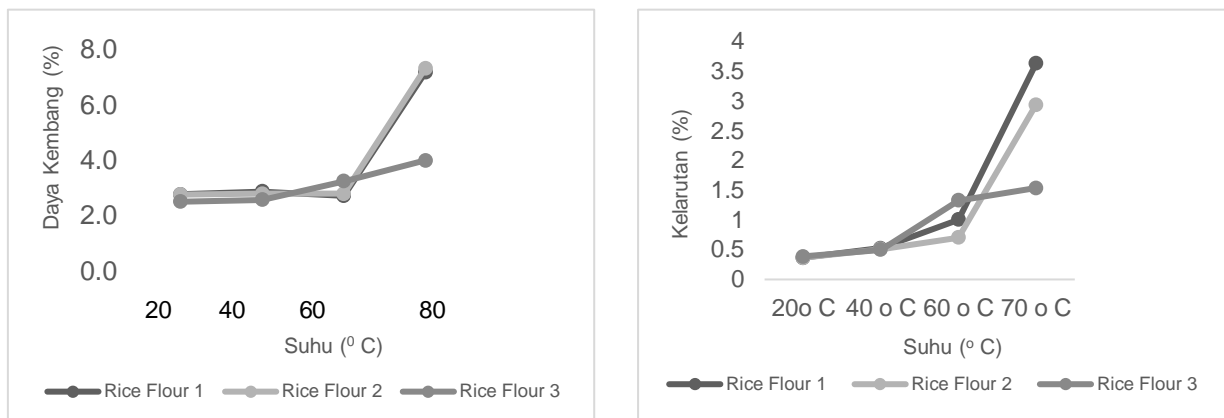
No.	Sampel	Kadar Air (%)	Amilosa (%)
1	Tepung Beras 1 (bulir panjang)	14.77	23.83
2	Tepung Beras 2 (bulir medium)	13.90	17.87
3	Tepung Beras 3 (bulir pendek)	13.53	15.64
4	Tepung beras ketan	13.67	2.80
5	Tapioka	15.27	20.34
6	Sagu	15.27	30.21

Analisa kandungan amilosa dari beras sangat penting dilakukan mengingat peran signifikan dari amilosa terhadap karakteristik tekstur dari nasi (Tao et al., 2019), dan kontribusinya terhadap karakteristik gelatinisasi dan retrogradasi dari tepung beras (Hu et al, 2020). Cai et al (2015) melaporkan bahwa amilosa memiliki pengaruh signifikan terhadap kekerasan, viskoelastisitas dinamik dan tingkat retrogradasi dari nasi. Beras amilosa tinggi menyebabkan tingkat retrogradasi yang tinggi dari nasi (Hu et al, 2020). Akan tetapi, sagu dan tapioka mengandung amilosa lebih dari 20%. Aktivitas enzim yang meliputi biosintesis pati dapat menyebabkan variasi dari kandungan amilosa pada beberapa pati (Ali et al., 2016). Umumnya, proporsi amilosa dan amilopektin pada pati singkong adalah 20% dan 80%. Meskipun variasi ini bergantung pada kondisi saat penanaman dan pertumbuhan, pada penelitian ini tapioka yang digunakan mengandung 20.34% amilosa.

Daya Kembang dan Indeks Kelarutan dari Komposisi Burgo

Daya kembang pati mengindikasikan karakteristik pati selama proses pemasakan atau pemanasan. Rusaknya struktur kristal terjadi selama pemanasan pati dalam kondisi air berlebih dan molekul- molekul air yang berikatan dengan grup hidroksil dari amilosa dan amilopektin, menyebabkan peningkatan daya kembang dan kelarutan pati.

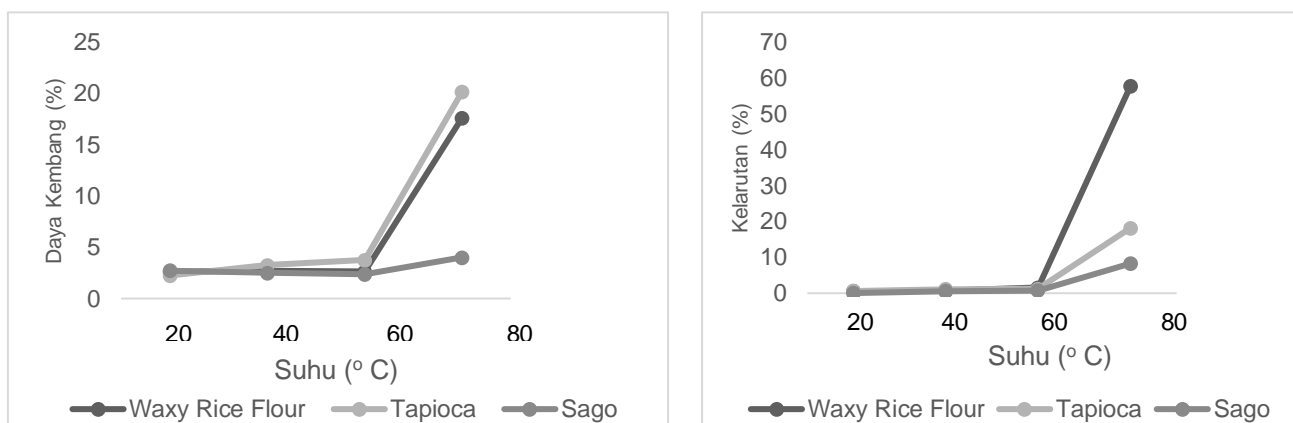
Seperti yang kita ketahui, amilosa menghambat pengembangan awal pati karena segera setelah amilosa keluar dari granula pati, proses pengembangan pati berlangsung signifikan. Tahapan inilah yang meningkatkan kelarutan pati yang umumnya diikuti dengan peningkatan kejernihan suspensi yang biasa dikenali sebagai hasil dari pengembangan granula pati (Munoz et al., 2015).



Gambar 1. Daya kembang dan kelarutan pati dari beberapa tepung beras

Dari ketiga variasi bahan utama yang digunakan, daya kembang serta kelarutannya dianalisa pada temperatur 20, 40, 60 dan 70° C seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan hasil analisa, daya kembang dan kelarutan dari tepung beras pada suhu 20° C berada pada rentang 2.24% - 2.77% and 0.33% - 0.39% secara berturut-turut. Tren yang sama juga terlihat pada suhu 40° C dan 60° C. Kelarutan tertinggi ditunjukkan oleh tepung beras yang berasal dari beras bulir panjang (3.63%). Tepung beras dari beras bulir pendek menunjukkan daya kembang dan kelarutan terendah pada suhu 70° C. Hal ini sangat berkaitan dengan suhu *pasting* dari pati tersebut dimana tepung beras dari beras bulir pendek baru mulai mengembang atau tergelatinisasi pada suhu 81.6° C, sehingga kondisi di bawah temperatur tersebut tidak cukup untuk memecah amilosa dari dalam granula pati beras (Krystyjan et al., 2004).

Binding agent pada produksi burgo berperan sebagai bahan pendukung yang diharapkan dapat mencegah disosiasi produk selama gelatinisasi. Lebih lanjut lagi, peran *binding agent* pada pembuatan produk burgo instan dibutuhkan untuk menjaga struktur produk yang solid selama tahap rehidrasi. Tapioka, beras ketan dan sagu, dengan kandungan amilosa 2.8% - 30.21% dianalisa untuk mendapatkan kombinasi yang tepat.



Gambar 2. Daya kembang dan kelarutan pati dari beberapa *binding agents*

Berdasarkan Gambar 2, diantara *binding agent*, tapioka memberikan hasil signifikan untuk daya kembang (20.12%) dan tepung beras ketan menunjukkan indeks kelarutan

tertinggi (57.648%). Seperti diketahui, berdasarkan hasil analisa komponen kimia pada Tabel 2, semua *binding agent* memiliki kandungan amilopektin di atas 65%. Matriks amilopektin (fase kristalin) memiliki pengaruh signifikan pada larutan pati. Amilopektin diketahui berperan penting dalam peningkatan daya kembang pati, sedangkan keberadaan kompleks amilosa-lemak diketahui sebagai penghambat daya kembang pati. Daya kembang serta kelarutan pati memberikan bukti adanya interaksi antara rantai pati amorf dan kristalin (Munoz et al, 2015). Informasi akan daya kembang dan kelarutan pati ini dapat membantu dalam memproduksi produk pangan sesuai karakteristik yang diinginkan. Daya kembang pati bahkan berhubungan erat dengan kualitas dari suatu produk pangan.

Pengaruh Variasi Kombinasi terhadap Tekstur dari Burgo Instan

Komposisi bahan memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat fisiokimia produk pangan yang dihasilkan, terutama pangan olahan pati. Penelitian ini bertujuan menghasilkan produk burgo instan yang diharapkan memiliki karakteristik serupa dengan burgo siap santap. Normalnya, burgo tidak memiliki rasa tertentu. Hanya saja, profil teksturnya menjadi atribut utama pada produk ini. Pada penelitian ini, tekstur dianalisa menggunakan TPA untuk jenis burgo siap santap, burgo kering konvensional dan burgo “freeze-drying”.

Terdapat 2 komponen tekstur yang diuji pada penelitian, yakni profil kekerasan dan keterpaduan. Kekerasan dapat menjadi parameter yang menunjukkan usaha maksimum yang diperlukan saat proses pengunyahan makanan yang menyebabkan perubahan bentuk pada makanan. Komponen penting lain yakni keterpaduan yang menunjukkan kekuatan ikatan internal produk pangan yang dapat menjadi ukuran ketahanan integritas produk selama pengunyahan (Alemu, 2023). Tabel 3 menunjukkan hasil analisis tekstur berdasarkan kedua parameter ini.

Tabel 3. Hasil Analisis Tekstur Burgo

Kombinasi sampel	Kekerasan (kgf)			Keterpaduan		
	Burgo siap santap	Burgo kering	Burgo Freeze-drying	Burgo siap santap	Burgo kering	Burgo Freeze-drying
A1	17.91	161.34	79.55	0.69	0.75	0.87
B1	62.64	130.67	98.72	0.75	0.51	0.80
C1	97.24	159.61	48.38	0.86	0.71	0.82
A2	15.07	175.44	47.99	0.76	0.78	0.89
B2	99.44	105.56	99.87	0.74	0.75	0.84
C2	61.12	138.44	42.44	0.59	0.88	0.80
A3	17.39	102.44	45.26	0.73	0.73	0.80
B3	176.64	83.54	77.14	0.71	0.78	0.87
C3	190.96	171.19	85.15	0.72	0.69	0.83

Burgo instan kering konvensional memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibanding burgo siap santap kecuali kombinasi dengan sagu sebagai *binding agent* (B3 dan C3). Lebih lanjut lagi, nilai kekerasan kombinasi C3 (beras bulir pendek-sagu) menunjukkan nilai kekerasan tertinggi dibanding semua sampel. Hal ini sesuai dengan pernyataan oleh

Yu et al. (2009) yang juga melaporkan bahwa kekerasan memiliki korelasi positif dengan retrogradasi amilopektin. Bila dibandingkan dengan hasil analisa daya kembang pati, dapat juga terlihat bahwa tepung beras bulir pendek dan sagu memiliki daya kembang terendah. Hal ini memungkinkan terjadinya retrogradasi lebih singkat dibandingkan kombinasi lainnya. Sedangkan kombinasi A2 (beras bulir medium-beras ketan) berada di tingkat kekerasan terendah dimana diyakini sebagai pengaruh kadar amilosa yang rendah.

Bila dibandingkan antara kedua metode pengeringan, burgo yang diproduksi dengan metode ekonomis *freeze drying* menunjukkan nilai kekerasan yang lebih rendah yang dapat mengindikasikan kualitas yang lebih baik dibanding burgo instan yang diproduksi dengan pengeringan oven konvensional. Hal ini dapat dijelaskan dengan fenomena "*case hardening*" yang diakibatkan laju pengeringan melalui sublimasi (*freeze-drying*) lebih tinggi dibandingkan laju pengeringan evaporasi (pengeringan oven konvensional). Sehingga, *case hardening* terjadi pada pengeringan konvensional akibat pengeringan lebih dulu terjadi di permukaan luar sehingga menjadi penghalang pengeringan bagian dalam burgo. Selain itu, metode *freeze-drying* juga memungkinkan terjadinya struktur berongga pada burgo sehingga menurunkan tingkat kekerasan burgo.

Mengacu pada hasil uji profil keterpaduan, metode *freeze-drying* terbukti meningkatkan keterpaduan dari burgo. Hal ini memberikan indikasi keefektifan metode *freeze-drying* dibanding pengeringan konvensional. Profil keterpaduan sangat penting mengingat rehidrasi burgo instan pasca pengeringan sangat membutuhkan konsistensi tekstur burgo yang baik. Nilai keterpaduan tertinggi ditunjukkan oleh kombinasi A2 (0.89). Hal ini sejalan dengan hasil uji profil kekerasan dimana kombinasi A2 menunjukkan nilai kekerasan terendah, dimana hasil korelasi nya berbanding terbalik. Semakin tinggi nilai kekerasan, semakin rendah keterpaduan produk tersebut. Nilai amilosa yang rendah dari tepung beras ketan sebagai *binding agent* pada kombinasi A2 juga turut berkontribusi pada hasil ini. Keberadaan amilosa dapat dikatakan berkontribusi pada tekstur keras dan lengket pada burgo. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa produksi burgo instan akan lebih diminati dari segi tekstur dengan menggunakan bahan baku dengan kadar amilosa rendah. Selain itu, bila dikaitkan dengan hasil analisa kelarutan pati, tepung beras ketan juga memiliki nilai kelarutan yang tinggi sehingga memungkinkan pencampuran bahan secara homogen dengan sempurna sehingga mempengaruhi tingginya nilai keterpaduannya pada burgo instan.

KESIMPULAN

Produksi burgo instan dengan metode ekonomis *freeze drying* mampu menghasilkan produk burgo instan yang menyamai produk burgo siap santap dari segi tekstur. Metode ini juga memiliki keunggulan dari metode pengeringan konvensional menggunakan oven. Lebih lanjut lagi, kombinasi komposisi burgo baik siap santap ataupun instan, merekomendasikan penggunaan tepung beras berkadar amilosa rendah sebagai bahan baku dan tepung beras ketan, menggantikan keberadaan tapioca dalam formulasi asli burgo karena mampu menghasilkan produk dengan nilai kekerasan yang rendah dan keterpaduan yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abida Ali, Touseef Ahmed Wani, Idrees Ahmed Wani, Farooq Ahmad Masoodi. 2016. Comparative study of the physico-chemical properties of rice and corn starches grown in Indian temperate climate. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 15 (1), 75-82
- Alemu, T. 2023. Texture Profile and Design of Food Product. *J Agri Horti Res* 6(2), 272-281
- Aravindakshan, S.; Nguyen, T.H.A.; Kyomugasho, C.; Buvé, C.; Dewettinck, K.; Van Loey, A.; Hendrickx, M.E. 2021. The Impact of Drying and Rehydration on the Structural Properties and Quality Attributes of Pre-Cooked Dried Beans. *Foods* 10, 1665
- Hyun-Jung Chung, Qiang Liu, Laurence Lee, Dongzhi Wei. 2011. Relationship between the structure, physicochemical properties and in vitro digestibility of rice starches with different amylose contents. *Food Hydrocolloids*, 25 (5), 968-975,
- Jeng-Yune Li, An-I Yeh. 2001. Relationships between thermal, rheological characteristics and swelling power for various starches. *Journal of Food Engineering* 50 (3), 141-148,
- Jinwen Cai, Jianmin Man, Jun Huang, Qiaoquan Liu, Wenxian Wei, Cunxu Wei. 2015. Relationship between structure and functional properties of normal rice starches with different amylose contents. *Carbohydrate Polymers* 125, 35-44
- Keyu Tao, Wenwen Yu, Sangeeta Prakash, Robert G. Gilbert. 2019. High-amylose rice: Starch molecular structural features controlling cooked rice texture and preference. *Carbohydrate Polymers* (219), 251-260
- Krystyan, Magdalena & Dobosz-Kobędza, Anna & Sikora, Marek & Baranowska, Hanna. 2022. Influence of Xanthan Gum Addition on the Short- and Long-Term Retrogradation of Corn Starches of Various Amylose Content. *Polymers*. 14, 452
- Muñoz, Loreto & Pedreschi, Franco & Leiva, Angel & Aguilera, José. 2015. Loss of birefringence and swelling behavior in native starch granules: Microstructural and thermal properties. *Journal of Food Engineering* 152
- Nowak, D.; Jakubczyk, E. 2020. The Freeze-Drying of Foods—The Characteristic of the Process Course and the Effect of Its Parameters on the Physical Properties of Food Materials. *Foods* 9, 1488.
- Luna, Prima & Herawati, Heti & Widowati, Sri & Prianto, Aditya. 2015. Pengaruh Kandungan Amilosa Terhadap Karakteristik Fisik dan Organoleptik Nasi Instan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 12. 1. 10.21082/jpasca.v12n1.2015.1-10.
- Shi, Miaomiao, Gao, Qunyu. 2011. Physicochemical properties, structure and in vitro digestion of resistant starch from waxy rice starch. *Carbohydrate Polymers - CARBOHYD POLYM*. 84, 1151-1157

Wen-Xuan Hu, Jie Chen, Fei Xu, Ling Chen, Jing-Wen Zhao. 2020. Study on crystalline, gelatinization and rheological properties of japonica rice flour as affected by starch fine structure. *International Journal of Biological Macromolecules* 148, 1232-1241,

Yasuhito Takeda, Susumu Hizukuri, Bienvenido O. Juliano. 1987. Structures of rice amylopectins with low and high affinities for iodine. *Carbohydrate Research* 168 (1), 79-88