

PAPER NAME

Optimasi Karakteristik Tepung Komposit Berbasis Tepung Onggok Fermentasi menggunakan Metode Response

AUTHOR

Siti Nurdjanah

WORD COUNT

4678 Words

CHARACTER COUNT

27438 Characters

PAGE COUNT

7 Pages

FILE SIZE

704.1KB

SUBMISSION DATE

Jul 26, 2022 10:22 PM GMT+7

REPORT DATE

Jul 26, 2022 10:23 PM GMT+7

● 10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 2% Publications database
- Crossref Posted Content database
- Crossref database
- 10% Submitted Works database

● Excluded from Similarity Report

- Internet database
- Bibliographic material

Artikel Penelitian

9 Optimasi Karakteristik Tepung Komposit Berbasis Tepung Onggok Fermentasi menggunakan Metode *Response Surface Methodology* (RSM)

Optimization of Characteristic of Fermented Cassava Bagasse Flour-Based Composite Flour using *Response Surface Methodology*

Beni Hidayat^{1,*}, Udin Hasanudin², Siti Nurdjanah², Neti Yuliana², Syamsu Akmal¹, Muhammad Muslihudin¹

¹Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung

²Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

*Korespondensi dengan penulis (beni_lpg@polinelam.ac.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 30 September 2019 dan dinyatakan diterima tanggal 12 Juni 2020. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial. Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists ©2020

Abstrak

Pengembangan tepung komposit di negara-negara tropis terutama diarahkan pada pengembangan produk tepung bebas-gluten berbahan baku lokal. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan formulasi optimal tepung komposit berbahan baku tepung onggok fermentasi (TOF), tapioka dan gum xanthan (GX) untuk menghasilkan tepung komposit dengan karakteristik optimal sebagai tepung bebas-gluten. Optimasi karakteristik tepung komposit dilakukan menggunakan metode respon permukaan dengan model *Central Composite Design*. Hasil optimasi menggunakan metode numerik menunjukkan bahwa karakteristik optimal produk tepung komposit diperoleh pada formulasi 1) TOF: 82,46%, tapioka: 17,54%, GX: 0,10%, 2) TOF: 83,85%, tapioka: 16,15%, GX: 0,10%, dan 3) TOF: 84,13%, tapioka: 15,87%, GX: 0,10%. Formulasi-formulasi optimal selanjutnya dianalisis karakteristik *pasting*-nya, mencakup viskositas maksimum, viskositas awal pendinginan, viskositas akhir pendinginan, viskositas retrogradasi, dan viskositas balik. Pengujian karakteristik *pasting* pada formulasi optimal menunjukkan bahwa formulasi TOF: 82,46%, tapioka: 17,54%, GX: 0,10% karena memiliki karakteristik *pasting* terbaik dengan viskositas maksimum 215 BU, viskositas awal pendinginan 166 BU, viskositas akhir pendinginan 217 BU, viskositas retrogradasi 208 BU, dan viskositas balik 49 BU. Oleh karena itu, penelitian ini berhasil menyimpulkan bahwa tepung komposit dengan formulasi TOF: 82,64%, tapioka: 17,54%, GX: 0,10% merupakan perlakuan terbaik yang dapat dijadikan sebagai alternatif tepung bebas-gluten berbahan baku lokal. Hal ini menunjukkan bahwa tepung komposit dengan formulasi 82,64% tepung onggok terfermentasi, mempunyai potensi khusus untuk dikembangkan sebagai tepung bebas-gluten berbahan baku lokal.

Kata kunci: onggok, *response surface methodology*, tepung komposit bebas-gluten

Abstract

The development of composite flour in tropical countries is mainly directed at gluten-free flour made from local raw materials. The research was aimed to obtain an optimal formula of composite flour that was made of fermented cassava bagasse flour (FCBF), tapioca, and xanthan gum (XG) to produce composite flour with best characteristics quality as gluten-free flour. Optimization of the composite flour characteristics was done using the response surface methodology with the central composite design model. Optimization results using numerical methods shown that the optimal characteristics of composite flour were obtained in formulas 1) FCBF: 82.46%, tapioca: 17.54%, XG: 0.10%, 2) FCBF: 83.85%, tapioca: 16.15%, XG: 0.10%, and 3) FCBF: 84.13%, tapioca: 15.87%, XG: 0.10%. The optimal formulas were analyzed for pasting characteristics, including peak temperature, maximum viscosity, trough viscosity, final viscosity, retrogradation viscosity, and setback viscosity. The results of pasting characteristic test on optimal formulation showed that FCBF formulation: 82.64%, tapioca: 17.50%, XG: 0.10% had the best pasting properties with peak viscosity of 215 BU, trough viscosity of 166 BU, final viscosity of 217 BU, retrogradation viscosity of 208 BU, and setback viscosity of 49 BU. As conclusion, formula of FCBF: 82.64%, tapioca: 17.50%, XG: 0.10% was chosen as the best formula to produce gluten-free flour from local raw materials. This indicates that composite flour with formulation of 82,64% fermented cassava bagasse flour, potentially developed as gluten-free flour made from local raw materials.

Keywords: cassava bagasse, *response surface methodology*, gluten-free composite flour

Pendahuluan

Tepung komposit didefinisikan sebagai campuran tepung, pati, dan komponen lainnya yang bertujuan untuk menggantikan terigu sebagian atau seluruhnya (Shittu *et al.*, 2007). Menurut Aluge *et al.* (2016) upaya pengembangan tepung komposit di negara-negara tropis, diarahkan pada pengembangan produk tepung komposit berbahan baku lokal yang didasarkan pada

pertimbangan bahwa komoditas gandum/tepung merupakan komoditas import (Aluge *et al.*, 2016). Sejalan dengan berbagai hasil penelitian bahwa komponen gluten pada gandum/terigu yang berakibat buruk pada kesehatan karena menyebabkan gangguan pencernaan atau dikenal sebagai *celiac disease* (Jnawali *et al.*, 2016), maka pengembangan tepung komposit

saat ini juga diarahkan pada pengembangan produk tepung bebas-gluten (Mir *et al.*, 2016).

Salah satu bahan baku lokal yang prospektif untuk digunakan sebagai bahan baku tepung komposit adalah tepung ongkok fermentasi. Ongkok merupakan produk samping dari industri tapioka yang tersedia dalam jumlah melimpah dan penggunaan utamanya hingga saat ini adalah sebagai pakan ternak (Kaewwongsa *et al.*, 2011). Melalui proses fermentasi sistem padat atau *solid-state fermentation*, peneliti terdahulu (Hidayat *et al.*, 2018a) telah mengembangkan produk tepung ongkok fermentasi yang potensial dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan. Potensi tersebut terutama tercermin dari peningkatan kandungan protein (0,92% menjadi 6,98%) dan penurunan kandungan asam sianida hingga ke level yang aman untuk dikonsumsi (8,87 ppm). FAO/WHO merekomendasikan batas aman asupan sianida dari bahan pangan sebesar 10 mg HCN/kg (Codex Standard, 1989). Kandungan protein tepung ongkok fermentasi yang tinggi (6,98%) merupakan salah satu solusi bagi pengembangan produk pangan bebas gluten, sejalan dengan pendapat Gobetti *et al.* (2018) bahwa pengembangan produk bebas gluten saat ini terutama diarahkan pada perbaikan kualitas nutrisi produk.

Meskipun memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku pangan bebas-gluten terutama dari aspek kandungan proteinnya, tepung ongkok fermentasi memiliki kelemahan yaitu memiliki viskositas maksimum yang rendah (87 BU) sehingga memiliki kemampuan pengembangan yang rendah (Hidayat *et al.*, 2018b). Rendahnya kemampuan pengembangan ini terutama disebabkan penurunan kandungan pati selama proses fermentasi (Hidayat *et al.*, 2018a). Menurut Hidayat *et al.* (2018b), untuk memperbaiki karakteristik *pasting* dan karakteristik fungsional tepung ongkok fermentasi diperlukan penambahan bahan lain, terutama dalam bentuk senyawa pati dan hidrokoloid. Penambahan tapioka dapat memperbaiki kemampuan pengembangan sedangkan penambahan hidrokoloid dapat memperbaiki karakteristik *viscoelastic* (Mir *et al.*, 2016). Menurut Yano (2019), penambahan hidrokoloid dapat meningkatkan viskositas fase cair dan menjaga granula pati, ragi, dan gelembung gas tersuspensi selama proses fermentasi. Proses pemanggangan selanjutnya menggelatinisasi pati yang dapat mengeras di sekitar membran hidrokoloid yang mengelilingi gelembung udara untuk mengatur struktur remah (Yano, 2019). Hasil penelitian Lazaridou *et al.* (2007), menunjukkan bahwa dibandingkan hidrokoloid lainnya seperti CMC, pektin, agarose, dan b-glucan; gum xanthan memiliki kemampuan memperbaiki karakteristik *viscoelastic* lebih baik. Penambahan gum xanthan sebanyak 1-2% pada formulasi tepung komposit tepung beras-pati jagung dapat menghasilkan tepung komposit dengan karakteristik yang menyerupai tepung gandum (Lazaridou *et al.*, 2007). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mendapatkan formulasi optimal rasio proporsi tapioka dan konsentrasi penambahan gum xanthan yang dapat menghasilkan tepung komposit berbasis tepung ongkok fermentasi (TOF)-Tapioka-Gum Xanthan (GX) dengan karakteristik fungsional terbaik.

Salah satu metode optimasi formulasi tepung komposit yang saat ini banyak digunakan adalah metode RSM (*Respon Surface Methodology*). Metode RSM antara lain digunakan oleh Awolu (2017) pada pengembangan produk tepung komposit berbasis tepung millet dan Bamigbola *et al.* (2017) pada pengembangan produk tepung komposit berbasis tepung gandum. Disamping belum tersedianya informasi mengenai karakteristik fungsional tepung komposit, maka penelitian ini bertujuan untuk menggunakan metode RSM guna mendapatkan formulasi optimal tepung komposit TOF-Tapioka-GX dengan karakteristik fungsional terbaik yang mencakup kepadatan mampat, kelarutan, daya serap air, daya serap minyak, kapasitas pengembangan, dan karakteristik *pasting* (viskositas maksimum, viskositas awal pendinginan, viskositas akhir pendinginan, viskositas retrogradasi, dan viskositas balik). Penelitian ini dapat memberikan informasi tentang potensi ongkok terfermentasi sebagai bahan baku tepung komposit pada pengembangan produk tepung bebas-gluten berbahan baku lokal.

8 Materi dan Metode

Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah ubi kayu varietas kasetsari yang diperoleh dari petani ubi kayu di Desa Margomulyo, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan. Bahan lainnya adalah ragi instan yang diperoleh dari mini market di Bandar Lampung, serta gum xanthan (Sigma-Aldrich G-12530, USA) yang diperoleh PT. Elo Karsa, Jakarta. Peralatan yang digunakan antara lain adalah Brabender *viscograph* (Brabender GmbH & Co.KG Viscograph, Germany), alat pengering kabinet (Agrowindo OVG-12, Indonesia), alat penepung tife disk mill (Aneka Mesin AM-DM150, Indonesia), ayakan tyler 100 mesh (W.S. Tyler RX-812, USA), neraca analitis (Ohaus SPX123, USA), dan seperangkat peralatan gelas.

Metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung dan Laboratorium Balai Besar Teknologi Pati, Lampung pada bulan Februari hingga Juli 2019. Penyusunan rancangan formulasi dan respon dilakukan menggunakan metode *Response Surface Methodology (RSM)* program *Design Expert versi 7.0*. Terdapat 2 faktor yang dioptimasi yaitu rasio proporsi tapioka pada campuran tapioka-tepung ongkok fermentasi (10–30%) dan konsentrasi penambahan gum xanthan (0,1–0,5%). Penentuan batas atas dan batas bawah dilakukan berdasarkan penelitian pendahuluan. Penetapan susunan formulasi dilakukan dengan metode *Central Composite Design (CCD)* sehingga didapatkan 13 formulasi (Tabel 1).

Proses Penyiapan Ongkok Segar

Ubi kayu yang telah disortasi, dikupas dengan metode abrasi, ditambahkan air 20 kali volume ubi kayu, dan dipress hingga air hasil pengepresan berwarna jernih. Ongkok yang diperoleh selanjutnya direndam selama ± 4 jam sambil sesekali diaduk, dan dilakukan

penggantian air pada 2 jam pertama, selanjutnya dipres kembali untuk memisahkan airnya (Hidayat *et al.*, 2018a).

Proses Pembuatan Tepung Onggok Fermentasi

Khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk bubuk (ragi instan) sejumlah 2% dicampur merata dengan onggok, dan dimasukkan ke dalam toples plastik berlubang. Proses fermentasi dilakukan pada suhu kamar dengan lama fermentasi 4 hari. Setelah waktu fermentasi tercapai, onggok hasil fermentasi selanjutnya dikeringkan di pengering kabinet pada suhu 50°C hingga kadar air $\pm 10\%$, dan selanjutnya ditepungkan hingga berukuran 100 mesh menggunakan alat penggiling tife disk mill. Komposisi tepung onggok fermentasi yang dihasilkan, disajikan pada Tabel 2 (Hidayat *et al.*, 2018a).

Tabel 1. Susunan rancangan formulasi dengan metode *Central Composite Design* (CCD)

Run	Tepung onggok Fermentasi (TOF, %)	Tapioka (%)	Gum Xanthan (GX, %)
1	65,86	34,14	0,30
2	94,14	5,86	0,30
3	80,00	20,00	0,02
4	80,00	20,00	0,30
5	80,00	20,00	0,30
6	70,00	30,00	0,10
7	80,00	20,00	0,30
8	90,00	10,00	0,10
9	80,00	20,00	0,58
10	70,00	30,00	0,50
11	80,00	20,00	0,30
12	80,00	20,00	0,30
13	90,00	10,00	0,50

Tabel 2. Komposisi kimia tepung onggok fermentasi dalam basis berat kering (Hidayat *et al.*, 2018a)

No	Komponen	Komposisi
1	Pati (%)	46,69 \pm 0,98
2	Serat pangan (%)	13,49 \pm 0,52
3	Lemak (%)	0,59 \pm 0,01
4	Protein (%)	6,98 \pm 0,25
5	Asam sianida (ppm)	8,87 \pm 0,77

Proses Pembuatan Tepung Komposit Berbasis Onggok

Proses pembuatan tepung komposit onggok dilakukan melalui pencampuran secara merata tepung onggok dan tapioka dengan proporsi tapioka sesuai formulasi dan penambahan gum xanthan dengan konsentrasi sesuai formulasi seperti disajikan pada Tabel 1 dengan mengadopsi penelitian sebelumnya (Awolu, 2017).

Prosedur Analisis

Analisis kelarutan dilakukan berdasarkan pada metode Eke-Ejiofor *et al.* (2017), kerapatan mampat sesuai dengan metode Oladele and Aina (2007), daya kembang sesuai dengan Narayana and Narsinga (1992), daya serap air dan daya serap minyak sesuai dengan Ju and Mittal (1995), serta kapasitas pengembangan sesuai

dengan prosedur Aluge (2016). Pembanding (kontrol) yang digunakan adalah tepung onggok fermentasi.

Berdasarkan parameter yang diamati tersebut, selanjutnya dengan metode RSM dipilih perlakuan paling optimal dengan karakteristik terbaik sebagai pengganti terigu (tepung bebas-gluten). Perlakuan terbaik tersebut selanjutnya dianalisis karakteristik *pastingnya* menggunakan *Brabender viscograph*. Parameter yang diamati adalah suhu gelatinisasi, viskositas maksimum, viskositas awal pendinginan, viskositas akhir pendinginan, viskositas retrogradasi, dan viskositas balik (Hidayat *et al.*, 2018b).

Analisis Data

Data formula optimasi berdasarkan rancangan *Central Composite Design* (CCD) dengan respon yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan *Response Surface Methodology* (RSM) program *Design Expert* versi 7.0.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Fungsional Tepung Komposit

Hasil pengujian pada Tabel 3, menunjukkan bahwa dibandingkan produk tepung onggok terfermentasi (kontrol), pengembangan produk tepung komposit TOF-Tapioka-GX dapat meningkatkan karakteristik kerapatan mampat dan kelarutan, tetapi menurunkan karakteristik daya serap air, dan daya serap minyak. Hasil pengujian ANOVA untuk model kuadratik *Response Surface Methodology* (Tabel 4), terlihat bahwa formulasi proporsi tapioka dan konsentrasi GX berpengaruh nyata ($p < 0,05$) untuk variabel kerapatan mampat, kelarutan, daya serap air, dan daya serap minyak, tetapi tidak berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) pada variabel kapasitas pengembangan.

Kerapatan Mampat

Hasil pengujian pada Tabel 3, menunjukkan bahwa tepung komposit tepung onggok terfermentasi-tapioka-gum xanthan (tepung komposit TOF-Tapioka-GX) memiliki kerapatan mampat 0,63 hingga 0,71 g/ml, lebih tinggi dibandingkan kontrol (tepung onggok terfermentasi) sebesar 0,60 g/ml. Hasil pengujian ANOVA (Tabel 4), menunjukkan bahwa model kuadratik berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kerapatan mampat tepung komposit TOF-Tapioka-GX. Kerapatan mampat yang tinggi merupakan karakteristik yang diinginkan untuk produk-produk dengan kandungan nutrisi yang tinggi (Awolu, 2017). Karakteristik kerapatan mampat tepung komposit TOF-Tapioka-GX sebesar 0,67 hingga 0,71 g/ml ini mendekati karakteristik tepung gandum yaitu sebesar 0,70 g/ml (Bamigbola *et al.*, 2016). Respon kerapatan mampat tepung komposit TOF-Tapioka-GX pada berbagai variasi proporsi tapioka dan GX, disajikan pada Gambar 1.

Pada Gambar 1, terlihat bahwa rasio proporsi tapioka berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap karakteristik kerapatan mampat tepung komposit TOF-Tapioka-GX, sebaliknya konsentrasi penambahan gum xanthan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$). Semakin tinggi rasio proporsi tapioka, maka semakin tinggi nilai kerapatan mampat tepung komposit TOF-Tapioka-GX.

Tidak berpengaruhnya konsentrasi penambahan gum xanthan terutama berkaitan dengan konsentrasi penambahannya yang relatif rendah (0,1 hingga 0,5%).

Kelarutan

Kelarutan tepung komposit TOF-Tapioka-GX berkisar antara 47,37 hingga 61,69%, lebih tinggi dibandingkan kontrol (tepung ongkok fermentasi) sebesar 47,10 g/ml (Tabel 3). Hasil pengujian ANOVA (Tabel 4), menunjukkan bahwa model kuadratik berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kelarutan tepung komposit TOF-Tapioka-GX. Menurut Eke-Ejiofor *et al.* (2015), karakteristik kelarutan menunjukkan kemampuan rekonstitusi pati dalam air untuk menghasilkan pasta yang lebih halus dan kompak. Dibandingkan dengan kelarutan tepung komposit berbasis millet yang memiliki nilai kelarutan 71-80% (Awolu, 2017), tepung komposit TOF-Tapioka-GX memiliki kelarutan yang lebih rendah. Respon kelarutan tepung komposit TOF-Tapioka-GX pada berbagai variasi proporsi tapioka dan GX, disajikan pada Gambar 2.

Pada Gambar 2, terlihat bahwa rasio proporsi tapioka dan konsentrasi penambahan GX berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap karakteristik kelarutan tepung komposit TOF-Tapioka-GX. Semakin tinggi rasio proporsi tapioka dan konsentrasi penambahan GX, maka semakin tinggi nilai kelarutan tepung komposit TOF-Tapioka-GX.

Daya Serap Air

Hasil pengujian pada Tabel 3, menunjukkan bahwa tepung komposit TOF-Tapioka-GX memiliki daya serap air sebesar 2,37 hingga 3,17 g/g lebih rendah dibandingkan kontrol (tepung ongkok terfermentasi) sebesar 3,43 g/g. Hasil pengujian ANOVA (Tabel 4), menunjukkan bahwa model kuadratik berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap daya serap air tepung komposit TOF-Tapioka-GX. Penurunan daya serap air tepung komposit TOF-Tapioka-GX dibandingkan kontrol (tepung ongkok terfermentasi) merupakan hal yang diinginkan mengingat tepung gandum hanya memiliki daya serap air sebesar 0,87 g/g (Bamigbola *et al.*, 2016). Menurut Awolu (2017), daya serap air terutama berperan dalam konsistensi produk. Dibandingkan dengan tepung komposit berbasis millet yang memiliki daya serap air sebesar 1,26-1,45 g/g (Awolu, 2017), tepung komposit TOF-Tapioka-GX memiliki daya serap air yang lebih besar (2,37-3,17 g/g).

Pada Gambar 3, terlihat bahwa rasio proporsi tapioka berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap karakteristik daya serap air tepung komposit TOF-Tapioka-GX, tetapi konsentrasi penambahan GX tidak berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$). Semakin tinggi rasio proporsi tapioka maka akan semakin rendah nilai daya serap air tepung komposit TOF-Tapioka-GX.

Tabel 3. Karakteristik fungsional tepung komposit TOF-Tapioka-GX

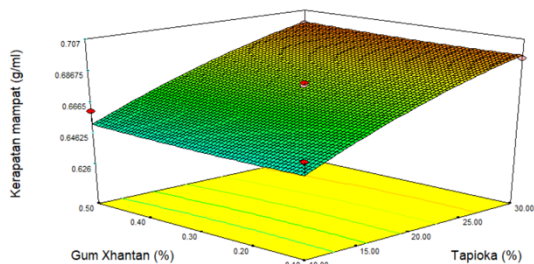
Run	TOF (%)	Tapioka (%)	GX (%)	Kerapatan mampat (g/ml)	Kelarutan (%)	Daya serap air (g/g)	Daya serap minyak (g/g)	Kapasitas pengembangan (%)
1	65,86	34,14	0,30	0,7063	61,6945	2,6521	0,014	1,7694
2	94,14	5,86	0,30	0,6269	47,3679	3,1728	0,020	2,1818
3	80,00	20,00	0,02	0,6758	60,4397	2,9546	0,017	2,0169
4	80,00	20,00	0,30	0,6777	53,1253	2,6884	0,017	2,2193
5	80,00	20,00	0,30	0,6777	52,0961	2,7644	0,017	2,0569
6	70,00	30,00	0,10	0,6951	61,4364	2,5441	0,015	1,8625
7	80,00	20,00	0,30	0,6777	52,2679	2,7208	0,016	2,0890
8	90,00	10,00	0,10	0,6586	59,2047	2,9442	0,018	1,9675
9	80,00	20,00	0,58	0,6777	52,0675	2,7152	0,017	1,7694
10	70,00	30,00	0,50	0,6979	57,1203	2,3707	0,017	2,0842
11	80,00	20,00	0,30	0,6777	52,2367	2,6653	0,017	1,8382
12	80,00	20,00	0,30	0,6795	51,2891	2,6360	0,016	2,0757
13	90,00	10,00	0,50	0,6611	49,7895	2,9440	0,017	1,9987
K	100,00	00,00	0,00	0,6015	47,1020	3,4293	0,018	2,1879

Tabel 4. Hasil pengujian ANOVA untuk model kuadratik *Response Surface Methodology*

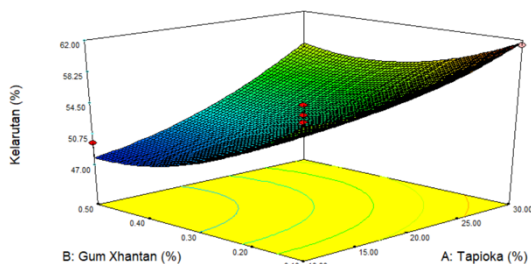
Variabel	Nilai F	Nilai P	Nilai R ²	Nilai Adj. R ²	Signifikansi
Kerapatan mampat (g/ml)	22,40	0,0004	0,9130	0,8955	Signifikan
Kelarutan (%)	16,73	0,0009	0,9228	0,8676	Signifikan
Daya serap air (g/g)	7,65	0,0093	0,7687	0,7225	Signifikan
Daya serap minyak (g/g)	5,13	0,0269	0,6835	0,6202	Signifikan
Kapasitas pengembangan (%)	0,79	0,5884	0,3609	0,0956	Tidak signifikan

Tabel 5. Hasil optimasi numerik formulasi tepung komposit menggunakan metode *Response Surface Methodology*

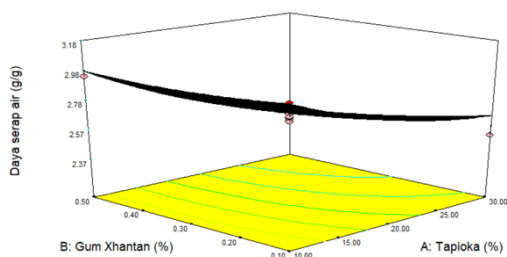
Formulasi	TOT (%)	Tapioka (%)	GX (%)	Kerapatan mampat (g/ml)	Kelarutan (%)	Daya serap air (g/g)	Daya serap minyak (g/g)
A	82,46	17,54	0,10	0,6721	57,2900	2,8300	0,017
B	83,85	16,15	0,10	0,6685	57,0800	2,8600	0,017
C	84,13	15,87	0,10	0,6678	57,0400	2,8700	0,018



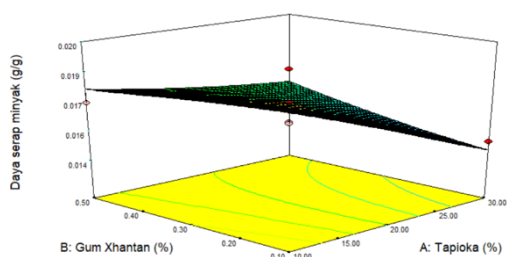
Gambar 1. Respon kerapatan mampat tepung komposit pada berbagai variasi proporsi tapioka dan konsentrasi GX



Gambar 2. Respon kelarutan tepung komposit pada berbagai variasi proporsi tapioka dan konsentrasi GX



Gambar 3. Respon daya serap air tepung komposit pada berbagai variasi proporsi tapioka dan konsentrasi GX.



Gambar 4. Respon daya serap minyak tepung komposit pada berbagai variasi proporsi tapioka dan konsentrasi GX.

Daya serap minyak

Tepung komposit TOF-Tapioka-GX memiliki daya serap minyak sebesar 0,014 g/g hingga 0,020 g/g, tidak banyak berbeda dibandingkan kontrol (tepung unggok terfermentasi) sebesar 0,018 g/g (Tabel 3). Hasil

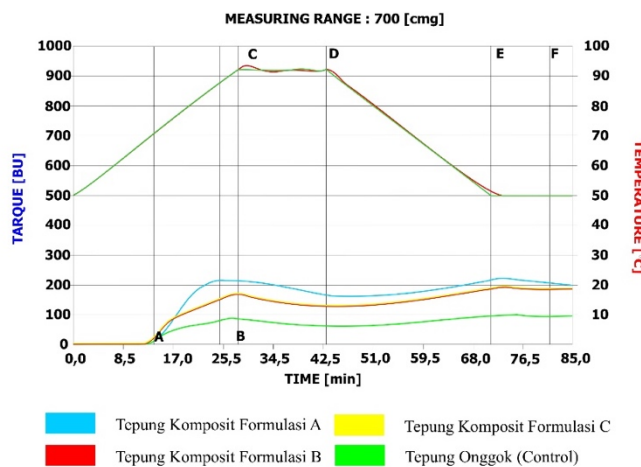
Tabel 6. Karakteristik *pasting* tepung komposit pada berbagai formulasi

Perlakuan	SG (°C)	SVT (°C)	VM (BU)	VawP (BU)	VaKP (BU)	VR (BU)	VB (BU)
Kontrol	69,6	90,2	87	59	98	94	28
Formulasi A	70,1	87,0	215	166	217	208	49
Formulasi B	69,9	92,0	164	124	182	180	40
Formulasi C	69,5	91,1	166	124	184	181	42

Keterangan : Kontrol (TOT: 100,00%, tapioka: 0,00%, GX: 0,00%), Formulasi A (TOT: 82,64%, tapioka 17,54%, GX 0,10%), Formulasi B (TOT: 83,85%, tapioka 16,15%, GX 0,10%), Formulasi C (TOT: 84,13%, tapioka 15,87%, GX 0,10%). SG = suhu gelatinisasi, SVT = suhu saat tercapai viskositas maksimum, VM = viskositas maksimum, VawP = viskositas awal pendinginan, VaKP = viskositas akhir pendinginan, VR = viskositas retrogradasi, VB = viskositas balik, BU = brabender unit

pengujian ANOVA (Tabel 4), menunjukkan bahwa model kuadratik berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap daya serap minyak tepung komposit TOF-Tapioka-GX. Daya serap minyak tepung komposit TOF-Tapioka-GX sebesar 0,014-0,020 g/g relatif lebih rendah dibandingkan daya serap minyak tepung gandum sebesar 0,82 g/g (Bamigbola *et al.*, 2016). Menurut Chandra and Samsher (2013), daya serap minyak yang lebih tinggi berkaitan dengan kemampuan tepung komposit untuk mempertahankan flavor lebih baik.

Pada Gambar 4, terlihat bahwa rasio proporsi tapioka berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap karakteristik daya serap minyak tepung komposit TOF-Tapioka-GX, tetapi konsentrasi penambahan GX tidak berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$). Semakin tinggi rasio proporsi tapioka maka semakin rendah nilai daya serap minyak tepung komposit TOF-Tapioka-GX.



Gambar 5. Amilograf tepung komposit pada berbagai formulasi

Kapasitas pengembangan

Hasil pengujian pada Tabel 3, menunjukkan bahwa tepung komposit TOF-Tapioka-GX memiliki kapasitas pengembangan sebesar 1,77 hingga 2,22% tidak berbeda dibandingkan kontrol (tepung unggok terfermentasi) sebesar 2,19%. Hal serupa juga dilaporkan oleh Awolu (2017) pada pengembangan produk tepung komposit berbasis millet yang hanya memiliki kapasitas pengembangan sebesar 0,96-2,95%. Hasil pengujian ANOVA (Tabel 4), menunjukkan bahwa model kuadratik tidak berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) terhadap kapasitas pengembangan tepung komposit TOF-Tapioka-GX. Kapasitas pengembangan tepung komposit TOF-Tapioka-GX sebesar 1,77-2,22%, relatif rendah jika dibandingkan dengan kapasitas pengembangan tepung gandum sebesar 11-19% (Bamigbola *et al.*, 2016).

Pemilihan Formulasi Optimal

Pemilihan formulasi optimal dilakukan dengan metode numerik berdasarkan kriteria formulasi yaitu rasio proporsi tapioka (%) minimal dan konsentrasi gum xanthan (%) minimal; serta kriteria respon berupa kerapatan mampat (g/ml) maksimal, daya serap air (g/g) minimal, dan daya serap minyak (g/g) maksimal. Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut, diperoleh 3 formulasi terbaik yaitu 1) TOF: 82,46%, tapioka: 17,54%, GX: 0,10%, 2) TOF: 83,85%, tapioka: 16,15%, GX: 0,10%, dan 3) TOF: 84,13%, tapioka: 15,87%, gum xanthan: 0,10% (Tabel 5).

Profil *Pasting*

Hasil pengujian pada Tabel 6 dan Gambar 5, menunjukkan bahwa dibandingkan kontrol (tepung ongkok fermentasi), tepung komposit TOT-tapioka-GX memiliki viskositas maksimum yang lebih tinggi (164–215 BU berbanding 87 BU), viskositas awal pendinginan yang lebih tinggi (124–166 BU berbanding 59 BU), viskositas akhir pendinginan yang lebih tinggi (182–217 BU berbanding 98 BU), viskositas retrogradasi yang lebih tinggi (180–208 BU berbanding 94 BU), dan viskositas balik yang lebih tinggi (40 BU–49 BU berbanding 28 BU). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tapioka dan gum xanthan dapat meningkatkan viskositas tepung komposit berbasis tepung ongkok fermentasi. Semakin tinggi rasio penambahan tapioka (pati) maka viskositas tepung komposit juga dapat meningkat. Peningkatan viskositas tepung komposit seiring dengan peningkatan konsentrasi pati juga dilaporkan oleh Zaidul *et al.* (2007), pada produk tepung komposit gandum-kentang-ubi jalar-yam-pati ubi kayu. Viskositas tepung komposit sangat terkait dengan kemampuannya untuk mengembang selama proses pemanasan (Marta *et al.*, 2016). Selain dapat meningkatkan viskositas tepung komposit, senyawa pati pada tepung komposit juga berperan penting proses gelatinisasi. Pada produk tepung bebas-gluten, proses gelatinisasi pati memiliki efek yang signifikan terhadap kualitas roti (Mir *et al.*, 2016) dan konsistensi adonan (Sciarini *et al.*, 2014).

Hasil pengujian karakteristik *pasting* (Tabel 6 dan Gambar 5) juga menunjukkan bahwa formulasi tepung komposit terbaik adalah formulasi A (TOF: 82,46%, tapioka: 17,54%, GX: 0,10%) yang memiliki viskositas maksimum 215 BU, viskositas awal pendinginan 166 BU, viskositas akhir pendinginan 217 BU, viskositas retrogradasi 208 BU, dan viskositas balik 49 BU.

Kesimpulan

Hasil optimasi menggunakan metode numerik menunjukkan bahwa karakteristik optimal produk tepung komposit terbaik diperoleh dari formula tepung ongkok fermentasi:tapioka:gum xanthan dengan perbandingan 82,46:17,54:0,10. Pengujian karakteristik *pasting* dari formula yang optimal dapat ditentukan. Tepung komposit dengan formula tersebut dapat dijadikan sebagai alternatif produksi tepung bebas-gluten berbahan baku lokal.

5 Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, atas pendanaan kegiatan ini melalui skim Penelitian Pengembangan Unggulan Perguruan Tinggi (PPUPT) tahun 2019.

Daftar Pustaka

- Aluge, O.O., Akinola, S.A., Osundahunsi, O.F. 2016. Effect of malted sorghum on quality characteristics of wheat-sorghum-soybean flour for potential use in confectionaries. *Food and Nutrition Sciences* 7:1241-1252. DOI: 10.4236/fns.2016.713114.
- Awolu, O.O. 2017. Optimization of the functional characteristics, pasting and rheological properties of pearl millet-based composite flour. *Heliyon* 3 (2017) e00240. DOI: 10.1016/j.heliyon.2017.e00240.
- Bamigbola, Y.A., Awolu, O.O., Oluwalana, I.B. 2016. The effect of plantain and tigernut flours substitution on the antioxidant, physicochemical and pasting properties of wheat-based composite flours. *Cogent Food & Agriculture* 2:1245060. DOI: 10.1080/23311932.2016.1245060.
- Chandra, S., Shamsheer. 2013. Assessment of functional properties of different flours. *African Journal of Agricultural Research* 8(38):4849-4852. DOI:10.5897/AJAR2013.6905.
- Codex Alimentarius. 1989. Codex Standard for Edible Cassava Flour. CODEX STAN 176-1989, Codex Aliment. Comm. FAO/OMS .
- Eke-Ejiofor, J., Beleya, E.A., Onyekwe, J.C. 2017. Mineral bioavailability, physico-chemical and sensory properties of granola produced from different cereals and processing methods. *American Journal of Food Science and Technology* 5(6):256-264. DOI: 10.12691/ajfst-5-6-6.
- Gobbetti, M., Pontonio, E., Filannino, P., Rizzello, C.G., De Angelis, M., Di Cagno, R. 2018. How to improve the gluten-free diet: The state of the art from a food science perspective. *Food Research International* 110:22–32. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.04.010.
- Hidayat, B., Hasanudin, U., Nurdjanah, S., Yuliana, N. 2018a. Improvement of cassava bagasse flour characteristics to increase their potential use as food. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 209: 012006. DOI:10.1088/1755-1315/209/1/012006.
- Hidayat, B., Muslihudin, M., Akmal, S. 2018b. Perubahan karakteristik fisikokimia tepung ongkok selama proses fermentasi padat menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 18 (3):146-152. DOI:10.1111/j.1745-549.1995.tb00301.x.
- Jnawali, P., Kumar, V., Tanwar, B. 2016. Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. *Food Science and Human Wellness* 5:169–176. DOI: 10.1016/j.fshw.2016.09.003.

- Ju, J., Mittal, G.S. 1995. Physical properties of various starch-based fat substitutes. *Journal of Food Processing and Preservation* 19:361-383. DOI:10.1111/j.1745-549.1995.tb00301.x.
- Kaewwongsa, W., Traiyakun, S., Yuangklang, C., Wachirapakorn, C., Paengkoum, P. 2011. Protein enrichment of cassava pulp fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10(18):2434-2440. DOI:10.3923/javaa.2011.2434.2440.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering* 79:1033–1047. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032.
- Marta, H., Marsetio, Cahyana, Y., Pertiwi, A.G. 2016. Sifat fungsional dan amilografi pati millet putih. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5(3):76-84. DOI:10.17728/jatp.175.
- Mir, S.A., Shah, M.A., Naik, H.R., Zargar, I.A. 2016. Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. *Trends in Food Science & Technology* 51:49-57. DOI:10.1016/j.tifs.2016.03.005.
- Narayana, K., Rao, M.S.N. 1982. Functional properties of raw and heat processed winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) flour 47(5):1534-1538. DOI:10.1111/j.1365-2621.1982.tb04976.x.
- Oladele, A.K., Aina, J.O. 2007. Chemical composition and functional properties of flour produced from two varieties of tigernut (*Cyperus esculentus*). *African Journal of Biotechnology* 6(21):2473-2476. DOI:10.5897/AJB2007.000-2391.
- Shittu, T.A., Raji, A.O., Sanni, L.O. 2004. Bread from composites cassava-wheat flour: I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. *Food Research International* 40:280-290. DOI: 10.1016/j.foodres.2006.10.012.
- Sciarini, L.S., Ribotta, P.D., Leon, A.E., Perez, G.T. 2014. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. *International Journal of Food Science and Technology* 45:2306-2312. DOI:10.1111/j.1365-2621.2010.02407.x.
- Yano, H. 2019. Recent practical researches in the development of gluten-free breads. *Science of Food* 3:1–8. DOI:10.1038/s41538-019-0040-1.
- Zaidul, I.S.M., Norulaini, N.A.N., Omar, A.K.M., Yamauchi, H., Noda, T. 2007. RVA analysis of mixtures of wheat flour and potato, sweet potato, yam, and cassava starches. *Carbohydrate Polymers* 69:784–791. DOI:10.1016/j.carbpol.2007.02.021.

● 10% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 2% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 10% Submitted Works database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Udayana University on 2020-01-28	3%
	Submitted works	
2	Syiah Kuala University on 2021-01-05	<1%
	Submitted works	
3	Syiah Kuala University on 2018-04-12	<1%
	Submitted works	
4	Universitas Brawijaya on 2020-07-27	<1%
	Submitted works	
5	Osea Zebua, Noer Soedjarwanto, Jemi Anggara. "Rancang Bangun Alat..."	<1%
	Crossref	
6	Universitas Brawijaya on 2018-12-20	<1%
	Submitted works	
7	Universitas Diponegoro on 2022-06-03	<1%
	Submitted works	
8	Universitas Jenderal Soedirman on 2019-01-22	<1%
	Submitted works	
9	Universiti Kebangsaan Malaysia on 2021-08-02	<1%
	Submitted works	

- 10 Frets Jonas Rieuwpassa, Eko Cahyono. "Karakteristik Fisiko-Kimia Kon... <1%
Crossref
-
- 11 Politeknik Negeri Bandung on 2018-06-25 <1%
Submitted works
-
- 12 ROŻNOWSKI, JACEK, TERESA FORTUNA, EDYTA SZUBA, and MARIA Ł... <1%
Crossref
-
- 13 Universitas Diponegoro on 2015-12-12 <1%
Submitted works
-
- 14 Supriono Supriono, Bogi Pratomo, Dedy Indra Praja. "Pengaruh Kurkum... <1%
Crossref
-
- 15 UIN Raden Intan Lampung on 2021-04-09 <1%
Submitted works
-
- 16 Indriyani Indriyani, Gusriani Gusriani, Mursyid Mursyid. "Pengaruh Perla... <1%
Crossref
-
- 17 Udayana University on 2016-06-20 <1%
Submitted works
-
- 18 Universitas Pelita Harapan <1%
Submitted works
-
- 19 iGroup on 2014-03-08 <1%
Submitted works