

PENINGKATAN KUALITAS TEPUNG GANYONG (*Canna edulis*) MELALUI IKAT SILANG ASAM AMINO OLEH ENZIM TRANSGLUTAMINASE

Tasya Putri Inaya*, Sapta Raharja

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
IPB University, Bogor, Indonesia

Article history

Diterima:

xx bulan tahun

Diperbaiki:

xx bulan tahun

Disetujui:

xx bulan tahun

Keyword

Amino acids; Cross-linking; Ganyong flour; Glutamine, Lysine, Transglutaminase

ABSTRACT

*There are several tuber commodities, especially minor tubers, which have not received more priority and attention compared to major tubers, one of which is ganyong tubers (*Canna edulis*) that have the potential to be used as raw materials for making flour. However, one of the weaknesses of ganyong flour is that it does not contain gluten (protein in flour) and has a low protein content. One way to improve the quality or functional properties of ganyong flour is through optimization of cross-linking between amino acids with the transglutaminase enzyme. Therefore, this study aims to determine the best conditions for the cross-linking reaction of amino acids with the transglutaminase enzyme to improve the functional properties of ganyong flour. This study tested several characteristics of ganyong flour itself, including water content, ash content, protein content, and viscosity. Based on the test results, ganyong flour before modification showed a water content of 8.558%, ash content of 5.657%, protein content of 0.152% granule size 36.86 μm - 48.63 μm . After undergoing a cross-linking process there was an increase in the quality of ganyong flour, some of which had the best water content and viscosity obtained at an enzyme concentration of 12 U/g with 12% of amino acids, namely 9.556% and 4.399 mPa.s. The best ash and protein content were shown by an enzyme concentration of 8 U/g with 12% of amino acids, namely 4.791% and 9.832%, and a decrease in granule size, namely at an enzyme concentration of 12 U/g of 14.24 μm - 18.67 μm*

© hak cipta dilindungi undang-undang

* Penulis korespondensi

Email : tasyaputri@apps.ipb.ac.id

doi

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki kekayaan sumber daya alam hayati yang berlimpah. Salah satu komoditas sumber daya alam hayati yang berlimpah adalah tanaman umbi-umbian. Produk olahan umbi-umbian yang telah banyak diproduksi dan digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai bahan dasar pembuatan produk adalah tepung. Namun, di Indonesia sendiri pemanfaatan umbi sebagai bahan baku pembuatan tepung masih sangat rendah. Sebagian besar masyarakat lebih umum untuk menggunakan tepung terigu yang menggunakan bahan baku gandum. Berdasarkan data yang dikeluarkan BPS impor biji gandum dan meslin pada tahun 2020 hingga 2023 terus mengalami peningkatan, dengan jumlah tertinggi, yaitu mencapai 11.172 kg (BPS 2024). Angka ini dapat terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kebutuhan pangan berbasis tepung di masyarakat. Pengembangan produksi tepung dari umbi-umbian dapat meminimalisir ketergantungan Indonesia terhadap impor tepung terigu dan mampu mengurangi tekanan pada cadangan devisa negara.

Terdapat beberapa komoditas umbi-umbian, khususnya umbi minor, yang masih belum mendapat prioritas dan perhatian lebih dibandingkan dengan umbi mayor. Salah satunya, yaitu umbi ganyong (*Canna edulis*). Umbi ganyong memiliki nilai gizi yang cukup tinggi dan dapat diolah menjadi produk antara, misalnya pati atau tepung (Marlina 2021). Lain halnya dengan tepung terigu, tepung ganyong tidak mengandung gluten sehingga memiliki kadar protein yang rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian (Rosalina et al. 2018) yang menyatakan bahwa salah satu kelemahan dari tepung ganyong adalah tidak mengandung gluten (protein dalam tepung) dan memiliki kadar protein yang rendah. Hal tersebut menyebabkan tepung ganyong tidak memiliki kemampuan mengembang yang baik dan tidak memiliki sifat viskoelastisitas yang baik bila dicampur dengan air dan tidak dapat menahan gas yang terbentuk pada saat fermentasi seperti halnya tepung terigu (Sitti 2016; Sarofa et al. 2014).

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas atau sifat fungsionalitas tepung ganyong, yakni dengan melalui modifikasi

tepung dengan penambahan protein. Modifikasi tepung ganyong dapat dilakukan melalui beberapa metode, yaitu secara fisik, kimia, dan enzimatis. Namun, metode enzimatis merupakan metode yang paling optimal untuk melakukan modifikasi terhadap tepung ganyong. Metode ikat silang memiliki beberapa kelebihan, diantaranya yaitu menghasilkan pati yang lebih resisten terhadap panas, tekanan mekanis, dan asam (Munawaroh 2015). Pati hasil modifikasi dengan ikatan silang menghasilkan pati yang lebih stabil dan dapat diaplikasikan kedalam proses pengolahan pangan yang akan menerapkan proses pengadukan atau pemompaan (Fatkhiah et al. 2020). Berbagai penelitian proses ikat silang tepung oleh asam amino atau protein telah banyak dilakukan untuk menguji keefektifan dari penambahan enzim untuk meningkatkan sifat fungsional dari tepung. Transglutaminase (TGase) merupakan protein-*glutamine: amine glutamyl transferase* (Nurmiati et al. 2020). Enzim transglutaminase banyak diminati oleh industri bioteknologi karena mampu menghidrolisis substrat ikatan silang pada protein (Ruvinty et al. 2019).

Menurut (Mayasopha et al. 2015) adanya modifikasi tepung dengan menggunakan enzim transglutaminase membantu untuk membentuk ikatan sulfida dalam mengikat silang antara tepung dengan asam amino sehingga dapat memberikan perubahan sifat fisik produk pangan yang dihasilkan, seperti elastisitas, kekerasan, dan daya mengembang. Penelitian lain menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi enzim transglutaminase pada penambahan isolat protein kedelai terbukti mampu memperbaiki sifat fungsionalitas dari pati sagu dan tepung mocaf (Nurmiati et al. 2020; Nurhasanah 2019), modifikasi ikat silang menggunakan konsentrasi asam amino dan enzim transglutaminase secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan karakteristik fisikokimia tepung lindur (Ramadhan et al. 2023). Berdasarkan hal tersebut terbukti bahwa metode ikat silang dengan menggunakan enzim transglutaminase efektif dalam meningkatkan kualitas dan sifat fungsional dari beberapa tepung. Oleh karena itu, diperlukan adanya penelitian mengenai peningkatan kualitas dari tepung umbi minor, khususnya tepung ganyong agar dapat dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat. Dengan demikian penelitian ini

bertujuan menentukan kondisi terbaik pada reaksi ikat silang asam amino dengan enzim transglutaminase untuk meningkatkan sifat fungsionalitas tepung ganyong.

METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan, yaitu tepung ganyong yang diperoleh dari toko online, enzim transglutaminase yang diperoleh dari PT. Agung Mulia Chemindo (aktivitas enzim 18 U/g) *food grade* dan asam amino berupa lisin merk L-Lysine dan glutamin merk Axion yang dibeli di toko *online*. Bahan kimia untuk analisis meliputi H_2SO_4 , $CuSO_4$, H_3BO_3 , $NaOH$, Na_2CO_3 , HCl , indikator metil orange, indikator metil biru, dan indikator metil merah.

Alat

Neraca analitik, mixer, sudip, pipet tetes, labu kjeldahl, cawan alumunium, cawan porselen, gelas beaker, thermometer, penangas air, oven, pipet mohr, labu ukur, gelas erlenmeyer, buret, dan tanur.

Perlakuan Ikat Silang Tepung Ganyong Modifikasi

Prosedur pembuatan tepung ganyong modifikasi mengacu pada penelitian (Nuraisyah 2018) dengan beberapa modifikasi. Proses ikat silang terbagi menjadi dua tahap pencampuran. Tahap pencampuran pertama adalah mencampurkan 100 gr tepung ganyong dengan 20% asam amino, yaitu lisin dan glutamin (1:1) dalam 300 ml air menggunakan mixer *speed* 1 selama 3 menit. Setelah itu, tahap pencampuran kedua dilakukan dengan mencampurkan tepung ganyong yang telah ditambahkan asam amino dengan enzim transglutaminase 4 U/g, 8 U/g, dan 12 U/g di dalam penangas air bersuhu $50^{\circ}C$ menggunakan mixer *speed* 1 selama 15 menit. Tepung ganyong yang sudah diikat silang lalu dimasukkan ke dalam oven pada suhu $45^{\circ}C$ selama 16 jam. Selanjutnya, tepung ganyong digiling dan diayak sampai lolos ayakan 100 mesh.

Pelarutan Enzim Transglutaminase

Sebelum digunakan untuk proses ikat silang, enzim transglutaminase harus dilarutkan terlebih dahulu di dalam air bersuhu $40^{\circ}C$. Penambahan air dilakukan sebanyak 3 kali dari

berat sampel enzim transglutaminase pada masing-masing perlakuan konsentrasi enzim.

Formulasi Ikat Silang Tepung Ganyong Modifikasi

Formulasi ikat silang tepung ganyong dengan asam amino oleh enzim transglutaminase dilakukan dengan memberikan perlakuan terhadap konsentrasi enzim transglutaminase, yaitu 4 U/g, 8 U/g, dan 12 U/g serta dengan penambahan asam amino berupa lisin dan glutamin sebesar 12%. Berikut formulasi perlakuan ikat silang tepung ganyong modifikasi tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1 Formulasi ikat silang tepung ganyong modifikasi

Sampel	Lisin dan Glutamin (%)	Enzim Transglutaminase (U/g)
Tepung ganyong	12	4
		8
		12

Metode Pengujian dan Analisis Data

Uji Keadaan (SNI 3751-2018)

Uji keadaan meliputi bentuk, aroma, dan warna. Pengamatan visual terhadap bentuk dilakukan dengan memindahkan 100 gr tepung ke dalam sebuah wadah untuk diamati bentuk dari tepung ganyong kemudian sampel terbut diraba dan ditentukan bentuknya. Apabila masih teraba serbuk, maka contoh uji mempunyai bentuk “serbuk”, sedangkan apabila teraba selain serbuk maka hasil yang didapatkan sesuai dengan pengamatan.

Pengamatan terhadap aroma dilakukan secara organoleptik untuk mengenali aroma khas dari tepung ganyong. Taburkan 100 gr contoh pada wadah bersih dan tidak berbau. Lakukan penciuman terhadap contoh uji untuk mengetahui aromanya. Jarak dari hidung dengan contoh kira-kira $\frac{1}{2}$ cm. Sementara itu, untuk pengamatan terhadap warna dilakukan dengan mengamati secara visual tepung ganyong dengan jarak mata dari contoh uji kira-kira 25 cm. Amati warna yang terlihat jika contoh memiliki warna khas tepung, maka warna tersebut tergolong normal. Namun, apabila terdeteksi warna selain khas contoh uji maka contoh uji tersebut memiliki warna yang menyimpang.

Uji Kadar Air (SNI 3451-2011)

Tahap pertama yang dilakukan pada analisis kadar air adalah mengeringkan cawan alumunium dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Cawan alumunium tersebut kemudian diletakkan ke dalam desikator (± 30 menit) dan biarkan hingga dingin kemudian ditimbang. Selanjutnya, siapkan sampel sebanyak 10 g dan masukkan ke dalam cawan alumunium. Cawan alumunium yang berisi sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Cawan alumunium kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan dibiarkan sampai dingin (30 menit) kemudian ditimbang dan ulangi prosedur hingga diperoleh bobot konstan.

$$\text{Kadar air (\% b/b)} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

W : Bobot contoh (g)

W_1 : Bobot contoh setelah dipanaskan (g)

Uji Kadar Abu (SNI 3451-2011)

Cawan dikeringkan terlebih dahulu dalam oven pada suhu 100-105°C selama 30 menit, kemudian dinginkan cawan selama 30 menit di dalam desikator. Setelah didinginkan, timbang cawan hingga beratnya konstan. Masukkan sampel tepung ganyong sebanyak 15 gram ke dalam cawan, kemudian panaskan sampel dengan penangas hingga tidak berjelaga. Selanjutnya, masukkan ke dalam tanur yang memiliki suhu 550°C sampai diperoleh abu dan sampel dengan berat yang konstan. Sebelum mengambil hasil uji kadar abu, tanur dibiarkan dingin terlebih dahulu hingga suhunya turun menjadi 120°C. Cawan yang telah diambil dari tanur kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit. Hasil kadar abu ditimbang sehingga didapatkan berat konstannya.

$$\text{Kadar abu (\% b/b)} = \frac{W_2 - W_1}{W - W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

W : Bobot cawan dan contoh (g)

W_1 : Bobot cawan kosong (g)

W_2 : Bobot cawan dan abu (g)

Uji Kadar Protein (SNI 3751-2009)

Uji kadar protein dengan metode kjeldahl, yaitu dengan menghitung jumlah

nitrogen pada sampel. Analisis kadar protein dilakukan dengan metode Kjeldahl yang menghitung jumlah nitrogen pada sampel. Metode dilakukan dengan 3 tahap, yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Sampel sebanyak 1 gram ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambahkan 1 gram CuSO_4 dan 10 ml H_2SO_4 . Sampel kemudian didestruksi menggunakan panas api hingga didapatkan warna larutan yang jernih. Sampel yang telah didestruksi, ditunggu hingga dingin kemudian didestilasi dengan cara ditambahkan 100 ml aquades dan 20 ml NaOH 40%. Hasil destilasi ditampung dalam labu erlenmeyer yang berisi campuran 50 ml H_3BO_3 dan 23 tetes indikator (metil merah dan metil biru) dengan perbandingan 2:1. Destilat kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,05 N hingga terjadi perubahan warna menjadi warna merah. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk blanko.

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 14,008 \times 6,25}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

V_1 : Volume HCl 0,05N untuk titrasi contoh (ml)

V_2 : Volume HCl 0,05N untuk titrasi blanko (ml)

N : Normalitas larutan HCl

W : Bobot contoh (g)

14,008 : Bobot atom nitrogen

6,25 : Faktor protein

Uji Kehalusan (SNI 3751-2009)

Derajat kehalusan dari tepung ganyong diuji dengan menggunakan metode pengayakan menggunakan ayakan 70 mesh. Tahap pertama dalam pengukuran derajat kehalusan, yaitu dengan menimbang 50 g contoh, masukkan ke dalam ayakan yang dipasang pada alat penggoyang dan goyangkan selama 5 menit (W_2). Selanjutnya, bagian yang tertinggal di ayakan ditimbang dan dinyatakan sebagai (W_1).

$$\text{Kehalusan (\%)} = 100 - \left[\frac{W_1}{W_2} \times 100\% \right]$$

Keterangan:

W_1 : Bobot contoh yang tertinggal di ayakan (g)

W_2 : Bobot contoh (g)

Uji Viskositas (Wukirsari et al. 2022)

Uji viskositas tepung ganyong dilakukan dengan menggunakan alat *viscometer brookfield*. Sebanyak 5 gram tepung ganyong dilarutkan dalam 500 ml aquades. Panaskan sampel sampai mendidih selama 20 menit. Diamkan sampel sampai suhunya mencapai 50°C. Selanjutnya, sampel dapat diamati viskositasnya dengan menggunakan alat *viscometer brookfield* pada kecepatan 30 rpm *spindle* nomor 1.

Bentuk Granula Tepung Ganyong (SNI 6057-1999)

Taburkan sedikit sampel pada kaca obyek. Selanjutnya tambahkan 1-2 tetes aquades dan ratakan. Tutup sampel dengan menggunakan *cover glass*. Penampakan granula diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ganyong

Tepung ganyong memiliki karakteristik berupa warna coklat muda. Warna kecoklatan pada tepung ganyong disebabkan oleh adanya oksidasi senyawa-senyawa fenol pada getah umbi sehingga menghasilkan senyawa melanoidin yang menyebabkan tepung umbi berwarna kecoklatan (Tanuwijaya 2017). Khas tepung ganyong. Bentuk dari tepung ganyong sendiri berupa serbuk halus.

Berdasarkan pengujian kehalusan, lolos ayakan minimal untuk tepung tapioka adalah 95%. Sementara itu, tepung ganyong yang lolos ayakan kurang dari standar yang ditentukan, yaitu sebesar 94%. Tepung ganyong berbau normal dan tidak tercium adanya bau asing. Tepung ganyong yang digunakan juga tidak mengandung benda asing yang mengkontaminasi tepung.

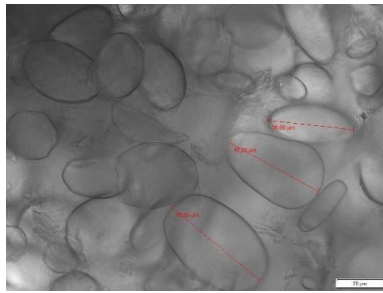
Hasil pengujian karakteristik fisiko-kimia pada tepung ganyong pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar abu ($5,657\% \pm 0,199$) yang masih belum memenuhi standar (SNI 3451-2011). Tingginya kandungan mineral dari tepung ganyong menyebabkan tingginya persentase kadar abu dari tepung ganyong. Umumnya, mineral yang terkandung pada umbi ganyong adalah kalsium dan besi (Hasanah dan Hasrini 2018). Sama halnya dengan kadar protein dari tepung ganyong yang masih belum memenuhi standar (SNI 3751-2009). Penelitian (Rosalina et al. 2018) menunjukkan bahwa hasil kadar protein tepung ganyong sebesar 0,7%. Rendahnya kadar protein tepung ganyong disebabkan oleh adanya perbedaan varietas ganyong dan pengaruh prosedur pembuatan tepung yang menyebabkan menurunnya kandungan protein (Perez dan Larez 2005). Umumnya, tepung tanpa kandungan gluten memiliki kadar protein yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung yang mengandung gluten (Myhrstad et al. 2021).

Tabel 2 Hasil pengujian karakteristik fisiko-kimia tepung ganyong

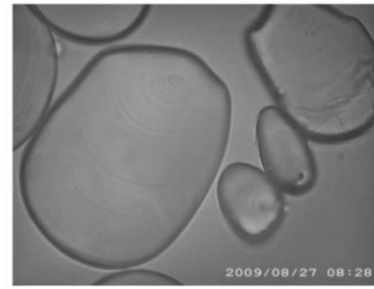
Komponen	Tepung Ganyong	SNI 3451-2011 (Tepung Tapioka)	SNI 3751-2009 (Tepung Terigu)
Kadar air (%)	$8,558 \pm 0,063$	14,00	14,5
Kadar abu (%)	$5,657 \pm 0,199$	0,50	0,70
Protein (%)	$0,152 \pm 0,003$	-	7,00
Viskositas (mPa.s)	3,999	-	-

Granula tepung ganyong sebelum modifikasi ikat silang memiliki bentuk yang bervariasi mulai dari bentuk bulat hingga lonjong (*oval*) tidak beraturan seperti yang disajikan pada Gambar 1. Pengamatan granula tepung ganyong dilakukan dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran 400 kali. Ukuran granula tepung yang teramati memiliki ukuran berkisar antara $36,86 \mu\text{m}$ – $48,63 \mu\text{m}$. Hasil pengamatan ini tidak jauh

berbeda dengan hasil penelitian (Santoso et al. 2015) yang menyatakan ukuran pati ganyong adalah sekitar $20\text{--}50 \mu\text{m}$.



(a)



(b)

Gambar 1 a) Bentuk granula tepung ganyong perbesaran 400x (dokumentasi pribadi 2024) dan

b) Bentuk granula pati ganyong perbesaran 1000x (Santoso et al. 2015)

Tabel 3 Hasil pengujian karakteristik fisiko-kimia tepung ganyong modifikasi

Komponen	Tepung Ganyong Modifikasi			SNI 3451-2011 (Tepung Tapioka)	SNI 3751-2009 (Tepung Terigu)
	Konsentrasi Enzim				
	4 U/g	8 U/g	12 U/g		
Kadar air (%)	10,964 ± 0,099	10,713 ± 0,181	9,556 ± 0,207	14,00	14,5
Kadar abu (%)	4,939 ± 0,069	4,791 ± 0,014	4,842 ± 0,013	0,50	0,70
Protein (%)	1,138 ± 0,099	9,823 ± 0,161	5,285 ± 0,079	-	7,00
Viskositas (mPa.s)	2,799	3,399	4,399	-	-

Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ganyong Modifikasi

Neraca Massa Tepung Modifikasi

Neraca massa pada ikat silang tepung ganyong dianalisa dengan menghitung jumlah mol dari gugus hidroksil tepung serta mol dalam bahan-bahan yang digunakan dalam proses ikat silang. Hasil analisa dan perhitungan neraca massa pada ikat silang tepung ganyong ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil perhitungan neraca massa pada proses ikat silang tepung ganyong

Pencampuran I			
No	Komponen	Input (mol)	Output (mol)
1	Tepung ganyong	0,555	0,555
2	Air	16,67	16,67
Total		17,225	17,225
Pencampuran 2			
No	Komponen	Input (mol)	Output (mol)
1	Tepung ganyong	0,555	0,555
2	Air	16,67	16,67

3	Lisin	0,041	0,041
4	Glutamin	0,041	0,041
Total		17,307	17,307

Pengerinan			
No	Komponen	Input (mol)	Output (mol)
1	Tepung ganyong modifikasi	17,307	0,643
2	Air yang diuapkan	-	15,970
Total		17,307	16,613

Penghalusan			
No	Komponen	Input (mol)	Output (mol)
1	Tepung ganyong modifikasi	0,643	0,643
Total		0,643	0,643

Pengayakan			
No	Komponen	Input (mol)	Output (mol)
1	Tepung ganyong modifikasi	0,643	0,621
Total		0,643	0,621

Perhitungan jumlah mol pada tepung ganyong dihitung dan dianalisis berdasarkan adanya kandungan gugus hidroksil. Hal ini dikarenakan molekul pati pada tepung mengandung gugus hidroksil yang sangat besar, hal inilah yang menyebabkan tepung memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi (Mumtazah et al. 2021). Proses pertama dalam ikat silang tepung ganyong adalah pencampuran 1, yakni dengan menghomogenkan tepung ganyong yang memiliki bobot 100 gram dengan jumlah mol 0,555 mol dan 300 ml air dengan jumlah mol 16,67 mol. Selanjutnya, pada tahap pencampuran 2 adanya penambahan lisin dan glutamin (1:1) sebanyak 12%. Dalam satu gram lisin terdapat sebanyak 146,19 mol, sedangkan 1 gram glutamin mengandung 146,15 mol sehingga didapatkan jumlah mol untuk lisin dan glutamin adalah 0,041 mol.

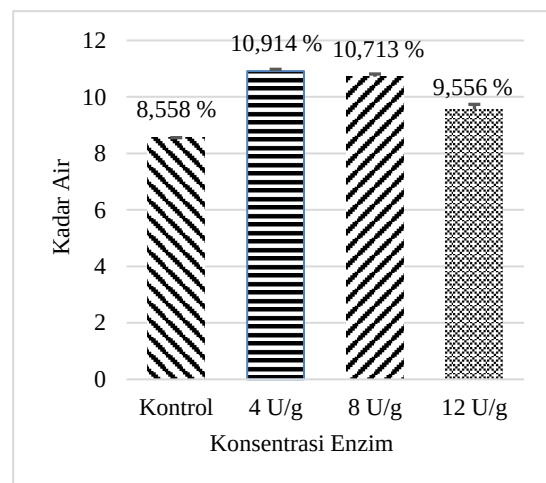
Lalu, pada tahap pengeringan dihasilkan bobot total tepung ganyong modifikasi sebesar 112 gram. Tepung ganyong modifikasi tersebut memiliki jumlah mol 0,621 mol serta sebanyak 11,2% air yang diuapkan atau sebesar 15,970 mol. Tahap selanjutnya, yaitu pada tahap penghalusan tepung, dari sebesar 112 gram bobot tepung modifikasi yang didapatkan. Hasil perhitungan menunjukkan adanya sebesar 0,643 mol tepung ganyong modifikasi. Selanjutnya, di tahap pengayakan jumlah persentase tepung ganyong modifikasi yang lolos ayakan adalah 93% dari 112 gram, sehingga total mol yang didapat untuk tepung ganyong modifikasi setelah diayak adalah 0,621 mol.

Keadaan

Hasil pengamatan secara visual, tepung ganyong yang telah mengalami modifikasi ikat silang memiliki warna coklat muda khas ganyong. Bentuk dari tepung ganyong sendiri berupa serbuk dengan tekstur yang sedikit lebih kasar dibandingkan dengan tepung ganyong sebelum modifikasi ikat silang. Sementara itu, untuk aroma dari tepung ganyong sendiri tidak tercium adanya bau asing, melainkan tercium aroma sedikit *nutty*. Pada tepung ganyong modifikasi juga tidak ditemukan adanya benda asing yang mengkontaminasi tepung.

Kadar Air

Kadar air yang menjadi parameter yang penting karena berkaitan dengan pertumbuhan mikroba dan kualitas mutu tepung. Kadar air yang tinggi akan menjadi lingkungan yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Oleh karena itu, semakin rendah kadar air dalam suatu tepung maka kualitas mutu yang dihasilkan akan semakin baik. Umur simpan tepung juga berkaitan dengan persentase kadar air sehingga kadar air merupakan salah satu parameter yang penting (Lisianti et al. 2023).



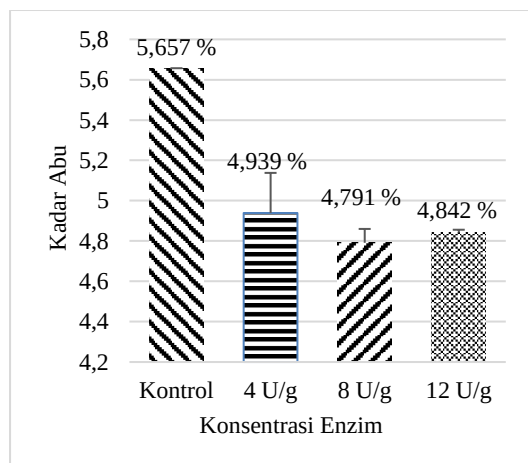
Gambar 2 Grafik persentase kadar air tepung ganyong modifikasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan ikat silang meningkatkan kadar air dari tepung ganyong seperti yang tersaji pada Tabel 3, tetapi hasil ini masih memenuhi standar (SNI 3451-2011) bahwa kadar air maksimal untuk tepung tapioka adalah 14%. Menurut (Nurmiati et al. 2020) proses ikat silang protein dengan enzim transglutaminase mampu memerangkap air lebih besar karena enzim transglutaminase menginduksi pembentukan polimer protein dengan kapasitas penyerapan air yang lebih besar. Penambahan konsentrasi enzim berkorelasi dengan menurunnya kadar air dari tepung ganyong yang tersaji pada Tabel 3. Menurut (Karina 2020) penambahan enzim transglutaminase memberikan hasil yang signifikan dalam meningkatkan penyerapan air yang ada di dalam tepung. Enzim transglutaminase mengkatalisis pembentukan ikatan kovalen dari glutamin dan lisin dalam membentuk ikatan protein baru yang dapat meningkatkan kapasitas tepung dalam menahan air (*water holding capacity*) (Bardi et al. 2020).

Kadar Abu

Kadar abu dalam tepung menunjukkan besarnya kandungan mineral dalam suatu bahan yang digunakan. Abu diartikan sebagai residu anorganik dari hasil pembakaran bahan-bahan organik. Biasanya, komponen-komponen tersebut terdiri dari kalsium, kalium, fosfor, natrium, besi, mangan, magnesium dan iodium (Wiharto et al. 2016). Nilai kadar abu tepung dapat diminimalisir melalui pencucian umbi secara berulang dengan air sehingga mineral dapat terlarut dalam air dan hilang bersama ampas (Polnaya et al. 2015). Semakin kecil nilai kadar abu, maka akan semakin baik kualitas dari tepung.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, nilai kadar abu tepung ganyong terbaik didapat pada konsentrasi enzim 8 U/g, yaitu sebesar 4,791%, $\pm 0,014$ seperti yang tersaji pada Tabel 3. Hasil ini lebih tinggi apabila dibandingkan dengan penelitian (Riskiani et al. 2014) yang menyatakan kadar abu pada tepung ganyong sebesar (4,09%). Selain itu, penelitian lain menyatakan kadar abu tepung ganyong sebesar (4,02%) (Yovani et al. 2022). Akan tetapi, hasil penelitian ini masih belum memenuhi standar SNI 3451-2011, yang menyatakan bahwa kadar abu maksimal untuk tepung tapioka adalah 0.5%.



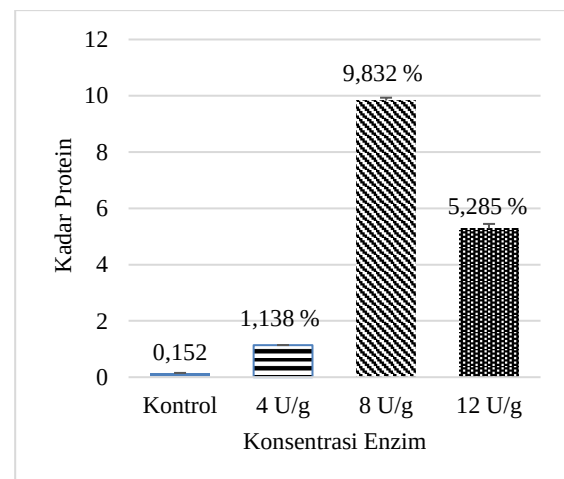
Gambar 3 Grafik persentase kadar abu tepung ganyong modifikasi

Kadar Protein

Kadar protein merupakan komponen penting dalam suatu bahan pangan. Semakin tinggi nilai kadar protein, maka semakin baik pula kualitas dari bahan pangan yang dihasilkan (Nuraisyah 2018). Nilai dari kadar protein tepung ganyong

modifikasi tersaji pada Tabel 3. Nilai kadar protein terbaik didapatkan pada konsentrasi enzim 8 U/g dengan konsentrasi asam amino 12%, yaitu sebesar 9,823 % $\pm 0,161$. Hasil ini menunjukkan telah memenuhi standar (SNI 3751-2009) bahwa kadar minimum untuk kadar protein tepung terigu adalah sebesar 7%.

Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi perlakuan tersebut, enzim transglutaminase berhasil mengikat silang asam amino dari lisin dan glutamin sehingga didapatkan kadar protein yang tinggi. Menurut (Nuraisyah 2018) peningkatan jumlah konsentrasi enzim transglutaminase dalam proses ikat silang tepung dapat menurunkan kadar protein dari tepung. Penurunan kadar protein ini disebabkan karena adanya reaksi proses polimerisasi dan interaksi silang antara molekul protein (Marcoa dan Rosell 2008). Selain itu, adanya pengaruh penambahan jumlah konsentrasi enzim transglutaminase juga menyebabkan enzim kehabisan substrat (lisin dan glutamin) sehingga akan menurunkan aktivitas dari enzim. Penambahan dosis TGase dapat mengakibatkan penurunan ikatan silang karena TGase kehabisan substrat asam amino (De Jong dan Koppelman 2002).

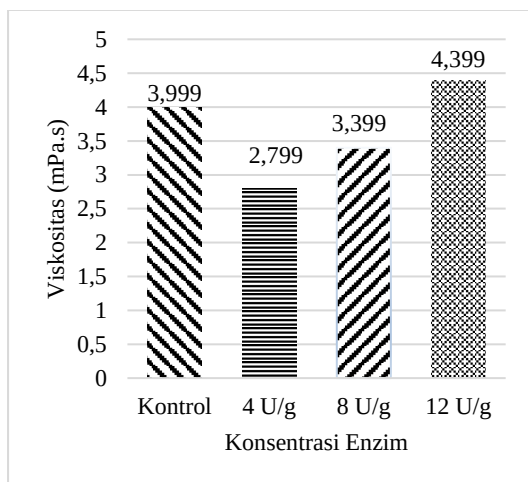


Gambar 4 Grafik persentase kadar protein tepung ganyong modifikasi

Viskositas

Viskositas atau kekentalan adalah daya tahan suatu zat cair untuk mengalir. Viskositas tepung dipengaruhi oleh kemampuan tepung dalam mengikat dan menahan air dalam strukturnya (Yovani et al. 2022). Hasil dari nilai viskositas tertera

pada Tabel 3. Berdasarkan perlakuan terlihat bahwa penambahan enzim transglutaminase meningkatkan nilai viskositas dari tepung ganyong. Hal ini sejalan dengan penelitian (Nuraisyah 2018) bahwa penambahan konsentrasi enzim transglutaminase dapat meningkatkan viskositas dengan menghubungkan ikat silang antara protein pada tepung ganyong dan protein pada lisin serta glutamin. Adapun perlakuan konsentrasi enzim transglutaminase tertinggi didapat pada konsentrasi 12 U/g, yaitu sebesar 4,399 mPa.s. Kandungan amilopektin yang tinggi mempengaruhi viskositas tepung (Ramadhan et al. 2023)



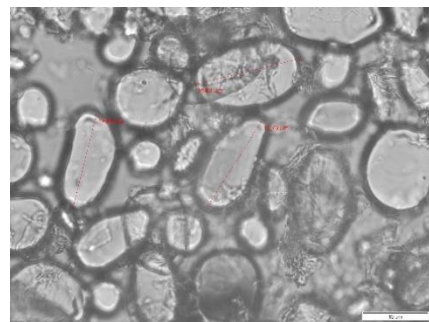
Gambar 5 Grafik viskositas tepung ganyong modifikasi

Bentuk Granula Tepung

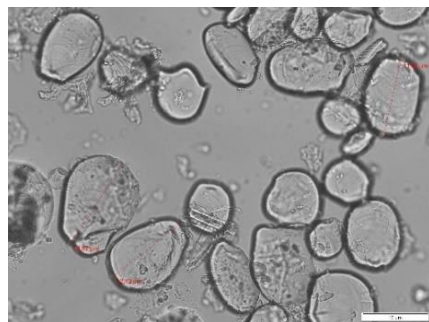
Ukuran granula sering dikaitkan dengan kemampuan suatu bahan untuk menangkap air (*water holding capacity*) (Praseptianga dan Wandansari 2022). Oleh karena itu, pengamatan terhadap bentuk granula tepung ganyong penting untuk dilakukan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan menggunakan mikroskop, granula tepung ganyong modifikasi memiliki bentuk yang sama dengan tepung ganyong kontrol, yaitu bulat lonjong dan oval. Akan tetapi, setiap perlakuan konsentrasi enzim menunjukkan berbagai ukuran granula yang bervariasi. Selain itu, dari pengamatan yang dilakukan, tepung ganyong modifikasi menunjukkan granula yang berjarak antar satu granula dengan granula lainnya. Berbeda halnya seperti pada tepung ganyong kontrol yang tersaji pada Gambar 1a yang menunjukkan granula

tepung yang saling berdekatan antara satu granula dengan granula lainnya.

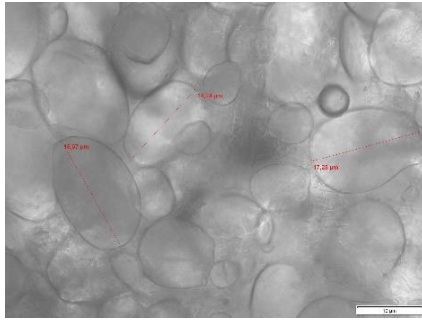
Hal ini disebabkan oleh proses pemanasan dan penghalusan yang menyebabkan rusaknya ikatan hidrogen antar granula sehingga keterikatan atau asosiasi antar granula semakin menurun (Nuraisyah 2018). Ukuran granula tepung dengan perlakuan konsentrasi enzim transglutaminase 4 U/g, yaitu berkisar antara 14,62 μm – 16,82 μm . Granula dengan perlakuan konsentrasi enzim 8 U/g memiliki rentang ukuran yang lebih kecil, yaitu berkisar antara 11,82 μm – 14,57 μm . Sementara itu, untuk perlakuan konsentrasi enzim transglutaminase 12 U/g ukuran granula tepung ganyong berukuran lebih besar apabila dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 4 U/g dan 8 U/g, yaitu berkisar antara 14,24 μm - 18,67 μm .



Gambar 6 Granula tepung ganyong konsentrasi enzim transglutaminase 4 U/g



Gambar 7 Granula tepung ganyong konsentrasi enzim transglutaminase 8 U/g



Gambar 8 Granula tepung ganyong konsentrasi enzim transglutaminase 12 U/g

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada konsentrasi asam amino 12% dan konsentrasi enzim 12 U/g, didapat kadar air dan viskositas terbaik, yaitu sebesar 9,556% dan 4,399 mPa.s. Sementara itu, untuk kadar abu dan kadar protein terbaik ditunjukkan oleh konsentrasi asam amino 12% dan konsentrasi enzim 8 U/g, yaitu 4,791% dan 9,832%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Sapta Raharja, D.E.A. selaku dosen pembimbing atas saran dan bantuan selama penulis melakukan penelitian sehingga penelitian dan penulisan laporan ini dapat terselesaikan dengan baik. Rekan-rekan penulis, Erizka Febiazni, Elsa Pebriyanti, dan Mardino Putra Sutrabalsa atas dukungan dan bantuannya selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Bardi, R.R., Tabari, M., and Tavakolipor, H., 2020. Improving the rheological properties of 18% wheat flour as affected by transglutaminase enzyme. *Journal of Food and Bioprocess Engineering*, 3(2), pp 138-146.
- [BPS] Badan Pusat Statistik., 2024. Impor Biji Gandum dan Meslin menurut Negara Asal Utama 2017-2023. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- DeJong, G.A.H., and Koppelman, S.J. 2002. Transglutaminase catalyzed reactions: impact on food applications. *Journal Food Sci.*, 67(8), pp. 2798-2806.
- Fatkhayah, N., Kurniasari, L., and Riwayati, I., 2020. Modifikasi pati umbi ganyong (*Canna edulis Kerr*) secara ikatan silang menggunakan sodium tripoliphosphat (STPP). *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(2), pp. 81-86
- Hasanah, F., Hasrini, R.F., 2018. Pemanfaatan ganyong (*Canna edulis KERR*) sebagai bahan baku sohon dan analisis kualitasnya. *Warta IHP (Warta Industri Hasil Pertanian)*, 35(2), pp.99-105.
- Karina, S., 2020. Influence of transglutaminase enzyme incorporated into protein based edible coating for preservation of Spanish mackerel fish (*Scomberomorus commersoni*). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 722(1), pp.012081. IOP Publishing, Indonesia.
- Lisianti, D., Saragih, B., and Rachmawati, M., 2023. Pengaruh suhu pengeringan terhadap rendemen, karakteristik organoleptik dan fisik-kimia tepung jagaq (*Setaria italica L.*). *Journal of Tropical AgriFood*, 4(2), pp.115-121.
- Marcoa, C., C. M. Rosell. 2008. Effect of Different Protein Isolates and Transglutaminase on Rice Flour Properties. *Journal of Food Engineering*, 84(1), pp.132–139
- Marlina, S., 2021. Pemanfaatan tepung ganyong sebagai alternatif pembuatan kue kojo khas Sumatera Selatan (Gojo). *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 16(1), pp.1-6.
- Mayasopha, A.Y., Herfianita, F., Sutrisno, A. 2015. Aplikasi enzim transglutaminase pada produk pangan: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3), pp.1145–1151.
- Mumtazah, S., Romadhon, R. and Suharto, S., 2021. Pengaruh konsentrasi dan kombinasi jenis tepung sebagai bahan pengisi terhadap mutu petis dari air rebusan rajungan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 3(2), pp.105-112.
- Munawaroh, A., 2015. *Pemanfaatan Tepung Kulit Pisang (Musa paradisiaca) dengan Variasi Penambahan Gliserol Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan* (skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Myhrstad, M.C., Slydahl, M., Hellmann, M., Garnweidner-Holme, L., Lundin, K.E., Henriksen, C. and Telle-Hansen, V.H., 2021. Nutritional quality and costs of

- gluten-free products: a case-control study of food products on the Norwegian marked. *Food & nutrition research*, 65.
- Nurhasanah, V., 2020. *Perbaikan Kualitas Tepung Mocaf Dengan Ikatan Silang Isolated Soy Protein Oleh Enzim Transglutaminase* (Skripsi, IPB University)
- Nuraisyah, A., 2018. *Optimasi Konsentrasi Protein Dan Enzim Transglutaminase Dalam Peningkatan Kualitas Roti Tepung Beras Dengan RSM* (Thesis, IPB University)
- Nurmiati, Raharja, S. and Suryadarma, P., 2020. Peningkatan sifat fungsional pati sagu (*Metroxylon sp.*) melalui penambahan isolat protein kedelai dan transglutaminase. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2).
- Pérez, E. and Lares, M., 2005. Chemical composition, mineral profile, and functional properties of canna (*Canna edulis*) and arrowroot (*Maranta spp.*) starches. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, pp.113-116.
- Polnaya, F.J., Breemer, R., Augustyn, G.H. and Tuhumury, H.C., 2015. Karakteristik sifat-sifat fisikokimia pati ubi jalar, ubi kayu, keladi dan sagu. *Agrinimal*, 5(1), pp.37-42.
- Praseptianga, D. and Wandansari, W.D., 2022. Chemical and physical properties of canna (*Canna edulis*) and jack bean (*Canavalia ensiformis*)-based composite flours. *Food Research*, 6(2), pp.354-367.
- Riskiani, D., Ishartani, D. and Affandi, D.R., 2014. Pemanfaatan tepung umbi ganyong (*Canna edulis Ker.*) sebagai pengganti tepung terigu dalam pembuatan biskuit tinggi energi protein dengan penambahan tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris L.*). *Jurnal Teknosains Pangan*, 3(1), pp. 96-105.
- Ramadhan, M.R., Raharja, S. and Sukardi, S., 2023. Optimasi Peningkatan Kualitas Tepung Lindur dengan Penambahan Konsentrasi Asam Amino dan Enzim Transglutaminase. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(2), pp.433-448.
- Rosalina, L., Suyanto, A., Yusuf, M., 2018. Kadar protein, elastisitas, dan mutu hedonik mie basah dengan substitusi tepung ganyong. *Jurnal Pangan Dan Gizi.*, 8(1), pp. 1-10.
- Ruvinty, A., Natalia, D., El Kiyat, W. and Paramitha, D.A.P., 2019. Mini Review: Pemanfaatan microbial transglutaminase (MTGase) pada surimi ikan patin. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 3(1), pp.1-11.
- Santoso, B., Pratama, F., Hamzah, B. and Pambayun, R., 2015. Karakteristik fisik dan kimia pati ganyong dan gadung termodifikasi metode ikatan silang. *Agritech*, 35(3), pp.273-279.
- Sarofa, U.S., Djajati, S.N., Cholifah., 2014. Pembuatan roti manis (kajian substitusi tepung terigu dan kulit manggis dengan penambahan gluten). *Jurnal Rekapangan*, 8(2), pp.171–178.
- Sitti, T.B., 2016. Tepung umbi ganyong sebagai bahan substitusi dalam pembuatan produk suricnna dan bolen ganyong si butalo (Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta)
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2018. SNI 3751-2009 Tepung Terigu Sebagai Bahan Makanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2011. SNI 3451-2011 Tepung Tapioka. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1999. SNI 6057-1999. Tepung Garut. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Tanuwijaya, M.C., 2017. Kajian sifat fungsional dan amilografi pati ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) dengan perlakuan suhu dan lama waktu *heat moisture treatment* sebagai bahan sediaan pangan darurat (Skripsi, Universitas Padjajaran).
- Wiharto, I., Kurniawati, L. and Karyantina, M., 2016. Karakteristik cookies dengan substitusi tepung ganyong (*Canna edulis Ker*) dengan berbagai perlakuan pendahuluan. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI)*, 1(1), pp.1-8.
- Wukirsari, T., Saepuddin, E. and Hanafiah, I.P., 2022. Sifat fisikokimia pati tahan cerna hasil hidrolisis asam dan heat moisture treatment pada pati maizena. *Jurnal Agritechno*, 15(1), pp.37-43.
- Yovani, T., Wangrimen, G.H. and Fitriani, A., 2022. Characterization of ganyong (*Canna discolor*) and cowpea (*Vigna*

unguiculata) flour affected by heat moisture treatment. *Journal of Agri-Food Science and Technology (JAFoST)*, 3(1), pp.28-35.

Yulviatun, A., Gea, D.C.T.T., Praseptiangga, D. and Anam, C., 2024. Study on the quality and consumer acceptance of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) flour-based dried noodle. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1364, No. 1, p. 012082). IOP Publishing.

