

# IKAT SILANG LISIN DAN GLUTAMIN OLEH ENZIM TRANSGLUTAMINASE DALAM PENINGKATAN MUTU TEPUNG GARUT (*Maranta arundinacea*)

Erizka Febiazni<sup>1)</sup>, Sapta Raharja<sup>1)\*</sup>

<sup>1</sup>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 acid;  
diversification; gluten;  
modified flour; tuber

## ABSTRACT

Flour is widely used in processing daily food. Wheat flour contains gluten so it cannot be consumed by everyone. Arrowroot flour (*Maranta arundinacea*) has the potential to be a conventional flour, but it needs lysine and glutamine as protein-boosting agents. This study aims to obtain a modified formula for arrowroot flour and evaluate its effectiveness in increasing protein levels. Modified arrowroot flour is obtained through mixing, cross-binding, and drying. The experimental design uses a completely randomized design. The best formula is 12% lysine and glutamine and 8 U/g of transglutaminase enzyme with a moisture content of  $14,26 \pm 0,04\%$ , ash content of  $0,16 \pm 0,01\%$ , and protein content of  $9,23 \pm 0,13\%$ . The results of the physical characterization test include shape, smell, and color that meet the requirements of SNI 01-6057-1999 with flour in the form of fine powder and has a normal odor and color. The viscosity test showed that arrowroot flour P1, P2, and P3 had a lower viscosity value than the control, which was 5,199 mPa.s. The arrowroot flour granules formula P1, P2, and P3 have the same spherical shape as the control. Arrowroot flour formula P2 with 12% lysine and glutamine and 8 U/g of transglutaminase enzyme has the best characteristics because it is effective in increasing protein levels from  $0,15 \pm 0,00\%$  to  $9,23 \pm 0,13\%$ .

© hak cipta dilindungi undang-undang

---

\* Penulis korespondensi

Email :

doi

## PENDAHULUAN

Berbagai olahan pangan dibuat menggunakan tepung terigu sebagai bahan baku, pengental, hingga memberikan tekstur dari adanya kandungan gluten. Akan tetapi, kandungan gluten pada tepung terigu tersebut ternyata dapat menimbulkan reaksi alergi dan masalah pencernaan bagi sebagian orang (Juliansyah dan Gusnadi, 2024). Sebagai bentuk mencari alternatif dari tepung terigu, sejumlah penelitian telah dilakukan dalam memperbaiki karakteristik berbagai tepung bebas gluten dengan metode ikat silang. Salah satu penelitian tersebut dilakukan oleh Nuraisyah (2018) dan menghasilkan informasi adanya peningkatan kualitas mutu pada produk meskipun penelitian tersebut hanya terbatas pada produk tepung beras.

Umbi-umbian minor seperti ganyong, talas, dan garut adalah contoh dari tumbuh-tumbuhan yang dapat diolah sebagai penghasil tepung yang bebas gluten (Richana, 2019). Umbi garut (*Maranta arundinacea*) tumbuh di beberapa wilayah di Indonesia sehingga dapat menjadi sumber pangan potensial, terlebih tumbuhan garut ini memiliki harga yang cukup terjangkau (Setyaningrum dan Adi 2022). Diversifikasi umbi garut menjadi tepung dapat diperoleh dari bagian rhizoma umbi tersebut (Tarique *et al.*, 2021). Tepung garut memiliki keunggulan dapat mudah dicerna oleh tubuh sehingga sehat untuk pencernaan (Malki *et al.*, 2023). Selain itu, tepung garut memiliki indeks glikemik yang rendah sehingga aman dikonsumsi oleh penderita diabetes (Setyaningrum dan Adi, 2022).

Keunggulan tepung garut yang bermanfaat bagi kesehatan tersebut belum cukup untuk menggantikan posisi tepung terigu. Hal ini dikarenakan tepung garut masih memiliki kekurangan kandungan makronutrien (Herlinawati *et al.*, 2024). Pengembangan dan modifikasi pada tepung garut dapat dikembangkan untuk meningkatkan karakteristik mutu dan memperluas sifat fungsional tepung garut (Fidianingsih *et al.*, 2022). Modifikasi tepung dengan metode ikat silang atau *cross linking* antara lisin dan glutamin oleh enzim transglutaminase (TGase) dapat meningkatkan karakteristik fisiko-kimia

pada tepung. Hal tersebut didasari oleh peran enzim TGase yang dapat mengkatalisis pembentukan ikatan isopeptida antara residu glutamin sebagai donor dan lisin sebagai akseptor sehingga mempengaruhi reaksi-reaksi kimia yang dapat menghasilkan perubahan pada karakteristik tepung (Ramadhan *et al.*, 2023). Perlakuan ikat silang pada tepung garut diharapkan dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi perlakuan terbaik yang dapat meningkatkan mutu tepung garut tersebut.

## METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan diantaranya tepung garut (didapat dari WAINMart Bogor), lisin (Cheiljedang, Indonesia), glutamin (Konimex), enzim TGase aktivitas enzim 18 U/g (AMC, Indonesia), akuades, CuSO<sub>4</sub> (Merck), indikator campuran *bromocresol green* (BCG) dan merah metil (MM), etanol 95%, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 2% (Merck), HCl 0,05 N (Merck), NaOH 30% (Merck), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat (Merck), indikator *fenolfthalin* (PP) 1%, alkohol 95%, dan indikator metil oranye. Alat yang digunakan diantaranya alat gelas, sudip, neraca analitik BSA2245 (Sartorius, Jerman), mikser (Miyako, Indonesia), *water bath, heating and drying oven* DHG-9053A, blender (Philips, Indonesia), cawan aluminium, oven, cawan porselen, tanur, desikator, labu Kjeldahl, kompor listrik (Maspion, Indonesia), lemari asam, *semi-automatic distillation unit*, mikroskop, dan viskometer Brookfield (Anton Paar, Austria).

### Karakterisasi Bahan Baku

Tepung garut yang diperoleh dari WAINMart Bogor dilakukan karakterisasi yang menjadi tahapan awal penelitian untuk menganalisis karakteristik fisikokimia sebagai bahan baku dalam penelitian. Parameter yang diukur dalam uji keadaan merujuk pada SNI 3751:2018 diantaranya bentuk, bau, dan warna. Uji proksimat dengan parameter kadar air dan kadar protein merujuk SNI 3751:2009 (BSN, 2009), serta kadar abu merujuk SNI 3751:2018

(BSN, 2018). Uji viskositas merujuk Wukisari *et al.* (2022) dengan viskometer Brookfield. Sementara itu, uji granula merujuk pada SNI 01-6057-1999 (BSN, 1999).

### Ikat Silang

Proses ikat silang lisin dan glutamin dengan enzim TGase pada tepung garut merujuk Nuraisyah (2018). Tepung garut (100 g) dicampurkan akuades (300 mL) dan diaduk dengan mikser (kecepatan dua, 3 menit). Lysin dan glutamin (12 g) serta variasi enzim TGase (4 U/g, 8 U/g, 12 U/g) yang telah dilarutkan dalam akuades (40 °C) dicampurkan pada larutan tepung dan diaduk dengan mikser sembari dipanaskan di *water bath* (kecepatan dua, 50 °C, 15 menit). Larutan tepung garut kemudian dikeringkan pada *heating and drying* oven (45 °C, 19 jam) dan dihaluskan dengan blender.

Tabel 1 Perlakuan komposisi ikat silang

Bahan	Perlakuan		
	P1	P2	P3
Lisin dan glutamin (g)	12	12	12
Enzim TGase (U/g)	4	8	12

### Uji Keadaan

Uji keadaan merujuk pada SNI 3751:2018 (BSN, 2018) dengan parameter bentuk, bau, dan warna. Uji bentuk menggunakan sekitar satu sendok makan contoh uji yang ditaburkan pada wadah yang bersih kemudian diamati dengan cara meraba contoh uji tersebut. Apabila teraba serbuk, maka contoh uji tersebut mempunyai bentuk “serbuk”. Apabila teraba selain serbuk, maka hasil analisis dinyatakan sesuai dengan pengamatan.

Uji bau menggunakan sekitar satu sendok makan contoh uji ditaburkan pada wadah yang bersih kemudian diamati dengan cara melihat warna contoh uji menggunakan mata dengan diberi jarak (25 cm). Apabila terlihat warna khas tepung garut berarti contoh uji tersebut mempunyai warna yang normal.

Apabila terdeteksi warna selain warna khas contoh uji, berarti contoh uji tersebut mempunyai warna yang menyimpang.

Uji warna menggunakan sekitar satu sendok makan contoh uji ditaburkan pada wadah yang bersih dan tidak berbau kemudian diamati dengan penciuman terhadap contoh uji tersebut untuk mengetahui baunya dengan diberi jarak (½ cm). Apabila tercium bau khas berarti contoh uji tersebut mempunyai bau yang normal. Apabila terdeteksi bau asing selain bau khas contoh uji, berarti contoh uji tersebut mempunyai bau yang tidak normal.

### Uji Kadar Air

Uji kadar air merujuk SNI 3751:2009 (BSN, 2009). Cawan aluminium kosong disiapkan dengan dikeringkan pada oven (130 °C, 1 jam). Cawan aluminium tersebut kemudian didinginkan di dalam desikator (30 menit) lalu ditimbang. Tepung garut (10 g) (W) dimasukkan ke dalam cawan aluminium dan dikeringkan pada oven (130 °C, 1 jam). Berat akhir cawan kemudian ditimbang (W1) setelah cawan dikeluarkan dari oven dan didinginkan pada desikator (30 menit). Kadar air kemudian dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air (\% b/b)} = \frac{W - W1}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W adalah bobot awal contoh (g),

W1 adalah bobot contoh setelah dipanaskan (g).

### Uji Kadar Abu

Uji kadar abu merujuk SNI 3751:2018 (BSN, 2018). Cawan porselen kosong disiapkan dengan dipanaskan di dalam tanur listrik (550 °C, 1 jam) kemudian diangkat dan didinginkan pada desikator (1 jam). Berat cawan porselen kosong tersebut ditimbang (W1). Tepung garut (15 g) (W) dimasukkan ke dalam cawan porselen dan diarsir di atas kompor listrik kemudian diabukan di dalam tanur (8 jam). Cawan tersebut kemudian

diangkat dan didinginkan dalam desikator (1 jam) sebelum ditimbang untuk memperoleh berat akhir ( $W_2$ ). Kadar abu kemudian dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

Keterangan:

$W$  adalah bobot cawan dan contoh (g),  
 $W_1$  adalah bobot cawan kosong (g),  
 $W_2$  adalah bobot cawan dan abu (g).

### Uji Kadar Protein

Uji kadar protein merujuk SNI 3751:2009 (BSN, 2009) menggunakan metode Kjeldahl. Tepung garut (1 g) dimasukkan ke labu Kjeldahl lalu ditambahkan  $\text{CuSO}_4$  (1 sudip) dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat (10 mL). Larutan dipanaskan pada kompor listrik di lemari asam hingga mendidih dan warna larutan berubah menjadi jernih kehijau-hijauan. Larutan kemudian dibiarkan dingin dan diencerkan dengan akuades secukupnya.  $\text{NaOH}$  30% (15 mL atau lebih) ditambahkan dan disuling (4 menit) dengan  $\text{H}_3\text{BO}_3$  2% (50 mL) sebagai penampung distilat yang telah ditambahkan beberapa tetes campuran indikator BCG dan MM. Larutan kemudian dititrasi dengan  $\text{HCl}$  0,05 N. Penetapan blanko dikerjakan. Kadar protein kemudian dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

Keterangan:

$V_1$  adalah volume  $\text{HCl}$  0,05 N untuk titrasi contoh (mL),  
 $V_2$  adalah volume  $\text{HCl}$  0,05 N untuk titrasi blanko (mL),  
 $N$  adalah normalitas larutan  $\text{HCl}$ ,  
 $W$  adalah bobot contoh (mg),  
 14,008 adalah bobot atom nitrogen  
 6,25 adalah faktor protein

### Uji Viskositas

Uji viskositas merujuk Wukisari *et al.* (2022) dengan viskometer Brookfield. Tepung

garut (5 g) ditambahkan akuades (500 mL) sambil diaduk dan dipanaskan pada kompor listrik (20 menit). Larutan didinginkan (50 °C) dan diukur viskositasnya (*spindle* nomor 1, 30 rpm).

### Uji Granula

Uji granula merujuk SNI 01-6057-1999 (BSN, 1999). Tepung garut ditaburkan pada kaca objek dan ditambahkan sedikit akuades. Larutan ditutup dengan kaca penutup dan diamati pada mikroskop (pembesaran 400×).

### Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis data statistik dengan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor, yaitu aktivitas enzim yang ditambahkan. Data dihitung menggunakan analisis ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan jika terdapat perbedaan.





## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Bahan Baku

Tepung garut memiliki bentuk serbuk halus dengan bau khas umbi garut dan berwarna putih bersih. Hal ini telah sesuai dengan syarat mutu pada SNI 01-6057-1999 (BSN, 1999). Karakteristik tepung garut secara kasat mata memiliki kesamaan dengan tepung terigu konvensional, terutama dalam parameter warna. Warna menjadi parameter pertama yang dipertimbangkan oleh konsumen saat mengevaluasi produk (Malki *et al.*, 2023). Oleh karena itu, tepung garut memiliki potensi menjadi tepung pilihan konsumen untuk menggantikan tepung terigu.

Karakteristik fisik tepung garut tanpa perlakuan kemudian dijadikan sebagai kontrol, sebagaimana tertera pada Tabel 2. Sementara itu, pada uji proksimat tepung garut yang digunakan mengandung  $13,10 \pm 0,01\%$  kadar air dan  $0,28 \pm 0,00\%$  kadar abu yang telah sesuai dengan standar SNI 01-6057-1999 (BSN, 1999). Adapun kadar protein tepung garut yang diperoleh adalah  $0,15 \pm 0,00\%$ , sedikit lebih rendah dari standar yang ditetapkan USDA (2018) yaitu sebesar 0,3%.

Tabel 2 Hasil karakteristik tepung garut

Perlakuan	Bentuk	Bau	Warna	Gambar
K	Serbuk halus	Normal, khas tepung garut	Normal, putih bersih	
P1	Serbuk halus	Bau lisin	Putih kekuningan	
P2	Serbuk halus	Bau lisin	Putih kekuningan	
P3	Serbuk halus	Bau lisin	Putih kekuningan	

### Uji Keadaan

Uji keadaan pada tepung garut yang telah diberikan perlakuan menunjukkan adanya perubahan karakteristik fisik pada tepung garut. Penambahan lisin pada perlakuan menyebabkan perubahan karena lisin yang digunakan merupakan *premix* untuk pakan ternak. Lisin tersebut memiliki karakteristik berwarna kuning kecokelatan dan memiliki bau yang khas. Oleh karena itu, tepung garut dengan perlakuan P1, P2, dan P3 masing-masing memiliki bau yang sama dengan lisin serta berwarna putih kekuningan sebagaimana tertera pada Tabel 2.

Perbedaan karakteristik tepung tersebut akan mempengaruhi karakteristik produk pangan turunan yang akan dihasilkan. Adanya penyimpangan pada parameter bau dan warna akan memengaruhi preferensi konsumen dalam memilih dan mengonsumsi sebuah produk. Hal ini dikarenakan parameter bau dan aroma dapat memberikan sebuah ciri khas dan daya tarik, serta dapat berkaitan juga dengan indikasi keamanan pangan pada sebuah produk (Maligan dan Pamelasari, 2018). Oleh karena itu, penggunaan lisin dan komponen lain yang digunakan pada perlakuan ikat silang ini harus diperhatikan dengan menggunakan

bahan tambahan pangan yang aman untuk dikonsumsi serta tidak dapat mengubah karakteristik fisik dari tepung itu sendiri.

### Uji Kadar Air

Hasil uji kadar air pada tepung garut P1, P2, dan P3 sebagaimana tertera pada Tabel 3 telah memenuhi standar SNI 01-6057-1999 mengenai tepung garut, yaitu dengan memiliki kadar air kurang dari 16% (BSN, 1999). Akan tetapi, tepung garut dengan perlakuan P3 memiliki nilai kadar air sebesar  $14,85 \pm 0,05\%$  di mana nilai ini telah melampaui batas standar kadar air tepung terigu menurut SNI 3751:2018 yaitu sebesar 14,5% (BSN, 2018). Oleh karena itu, tepung garut P3 tidak dapat digunakan untuk menggantikan tepung terigu karena kadar air yang tidak memenuhi standar akan memengaruhi hasil akhir dari suatu produk (Kusnandar *et al.*, 2022). Perbedaan besaran enzim yang ditambahkan diketahui memengaruhi kadar air dari tepung yang dihasilkan. Semakin tinggi aktivitas enzim yang ditambahkan, maka kadar air akan semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwasanya penambahan enzim yang melebihi batas optimum akan menurunkan kemampuan aktivitas pengikatan air oleh tepung (Suryani *et al.*, 2016).

Tabel 3 Hasil uji proksimat tepung garut

Perlakuan	Kadar air (%) <sup>*</sup>	Kadar abu (%) <sup>*</sup>	Kadar protein (%) <sup>*</sup>
K	13,10±0,01 <sup>c</sup>	0,28±0,00 <sup>a</sup>	0,15±0,00 <sup>d</sup>
P1	14,37±0,15 <sup>b</sup>	0,24±0,01 <sup>b</sup>	7,88±0,32 <sup>b</sup>
P2	14,26±0,04 <sup>b</sup>	0,16±0,01 <sup>d</sup>	9,23±0,13 <sup>a</sup>
P3	14,85±0,05 <sup>a</sup>	0,18±0,01 <sup>c</sup>	5,04±0,59 <sup>c</sup>

Keterangan: <sup>\*</sup>angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

### Uji Kadar Abu

Kadar abu P1, P2, dan P3 sebagaimana tertera pada Tabel 3 memiliki nilai kurang dari 0,5%, hal ini menandakan bahwasanya seluruh perlakuan menghasilkan tepung yang memenuhi standar SNI tepung garut yaitu SNI 01-6057-1999 (BSN, 1999). Kadar abu merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam tepung. Hal ini dikarenakan kadar abu yang terkandung dalam sebuah tepung akan memengaruhi karakteristik dan sifat produk turunan hasil dari olahan tepung itu sendiri. Menurut Kusnandar *et al.* (2022), kadar abu yang tinggi pada tepung akan membuat karakteristik produk olahannya memiliki aroma yang menyimpang dan warna yang gelap karena kandungan mineral di dalamnya. Oleh karena itu, ikat silang lisin dan glutamin oleh enzim TGase pada tepung garut tidak memengaruhi karakteristik kadar abu secara signifikan sehingga membuat tepung garut dapat dijadikan sebagai opsi pengganti tepung terigu.

### Uji Kadar Protein

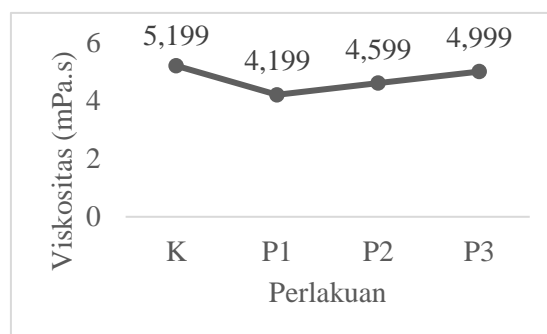
Protein tepung garut yang rendah mengalami peningkatan yang cukup signifikan setelah dilakukan modifikasi ikat silang. Peningkatan kadar protein tersebut dapat dilihat sebagaimana tertera pada Tabel 3. Kadar protein optimum yaitu sebesar 9,23±0,13% didapatkan oleh tepung garut dengan perlakuan P2 yaitu dengan 12 gram lisin dan glutamin serta enzim TGase dengan aktivitas enzim sebesar 8 U/g. Hasil yang diperoleh ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan *et al.* (2023) yang juga mendapatkan kadar protein optimum dengan menggunakan 8 U/g enzim TGase pada tepung lindur. Perolehan kadar protein pada tepung garut dengan perlakuan P3 ini dapat menggantikan tepung terigu berprotein rendah (8-10%) untuk membuat produk yang hanya membutuhkan sedikit pengembangan dalam

proses pembuatannya, seperti kukis (Kusnandar *et al.*, 2022).

Penggunaan aktivitas enzim TGase yang semakin besar bukan berarti kadar protein pada tepung yang dilakukan ikat silang akan terus meningkat. Meskipun perlakuan P3 menggunakan aktivitas enzim yang paling besar, yaitu 12 U/g, tepung garut tersebut memiliki kadar protein yang lebih rendah daripada perlakuan P1 dan P2. Menurut Nurmiati *et al.* (2020), penambahan dosis TGase mengakibatkan penurunan terjadinya ikat silang karena substrat asam amino, dalam hal ini adalah lisin dan glutamin, menjadi habis. Oleh karena itu, perlakuan ikat silang ini harus menggunakan komposisi yang optimum untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.

### Uji Viskositas

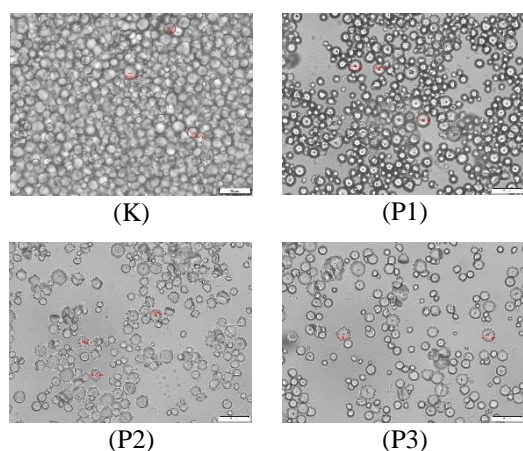
Hasil uji viskositas tepung garut sebelum diberi perlakuan (kontrol) dan setelah diberi perlakuan P1, P2, dan P3 tercantum pada Bagan 1. Aktivitas enzim TGase terendah yang ditambahkan pada tepung garut menghasilkan nilai viskositas yang paling rendah. Sementara itu, peningkatan nilai viskositas terjadi seiring penambahan aktivitas enzim TGase pada tepung garut, namun tidak melebihi nilai viskositas kontrol yaitu sebesar 5,199 mPa.s. Adanya peningkatan ini dipengaruhi oleh penggabungan amilosa dan amilopektin oleh ikatan hidrogen yang berbanding lurus dengan penambahan enzim (Faridah *et al.*, 2014).



Bagan 1 Hasil uji viskositas tepung garut

### Uji Granula

Tepung garut memiliki bentuk granula yang bulat dan sedikit oval. Menurut SNI 01-6057-1999, uji granula dari tepung ini dilakukan untuk mengetahui bentuk granula dari tepung garut serta untuk mengamati adanya granula dari pati lain yang kemungkinan bercampur dan mengontaminasi tepung (BSN, 1999). Tepung garut yang tidak diberikan perlakuan memiliki bentuk yang utuh dan tidak memiliki pori di dalamnya. Ukuran dari granula tepung garut tersebut berkisar antara 6,68 nm. Sementara itu, tepung garut yang telah diberikan perlakuan P1, P2, dan P3 memiliki beberapa granula yang tidak mulus, memiliki pori di dalamnya, dan memiliki ukuran yang lebih besar yaitu berkisar antara 9,03 nm sebagaimana tercantum pada Gambar 1. Menurut Ramadhan *et al.* (2022), tepung yang berhasil mengalami ikat silang akan memiliki pori di dalamnya. Hal ini berkorelasi dengan hasil kenaikan kadar protein pada uji kadar protein, sehingga perlakuan ikat silang pada tepung garut tersebut telah berhasil dilakukan.



Gambar 1 Hasil uji granula tepung garut

### KESIMPULAN

Tepung garut yang telah mendapatkan perlakuan ikat silang P1, P2, dan P3 telah mengalami perubahan karakteristik fisiko-kimia yang signifikan. Kadar protein menjadi parameter yang paling signifikan dalam menandakan keberhasilan ikat silang antara tepung garut, lisin, dan glutamin oleh enzim TGase. Perlakuan P2 dengan penambahan enzim sebesar 8 U/g menjadi perlakuan terbaik karena tepung yang dihasilkan memenuhi

standar mutu dan memiliki kadar protein tertinggi yaitu sebesar  $9,23 \pm 0,13\%$ . Mutu tepung garut yang meningkat ini dapat memperluas sifat fungsionalnya sehingga dapat menggantikan tepung terigu sebagai tepung serbaguna yang bebas gluten dan memiliki banyak manfaat bagi kesehatan tubuh.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Dr. Ir. Sapta Raharja, DEA selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dukungan pada penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada laboran dari laboratorium Teknologi Industri Pertanian serta Tasya Putri Inaya, Elsa Pebriyanti, dan Mardino Putra Sutrabalsa yang telah memberi arahan dan dukungan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1999. SNI 01-6057-1999. Tepung garut. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 3751:2009. Tepung terigu. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 3751:2009. Tepung terigu. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Fidianingsih, I., Aryandono, T., Widyarini, S. and Herwiyanti, S., 2022. Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) as a new potential functional food: A scoping review. *International Food Research Journal*, 29(6), pp.1240-1255.
- Herlinawati, L., Hernawan, A.A. and Ningrumsari, I., 2024. Pengaruh perbandingan tepung terigu, tepung garut (*Maranta arundinacea* L.) dan tepung wortel (*Daucus carota* L.) terhadap karakteristik kulit pangsit kukus. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(2), pp.91-99.
- Juliansyah, S. and Gusnadi, D., 2024. Inovasi pembuatan bakpia berbasis ubi kayu. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 9(1), pp.33-37.
- Kusnandar, F., Danniswara, H. and Sutriyono, A., 2022. Pengaruh komposisi kimia dan sifat reologi tepung terigu terhadap mutu

- roti manis. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 9(2), pp.67-75.
- Maligan, J.M. and Pamelasari, Y., 2018. Studi Preferensi konsumen terhadap karakteristik organoleptik produk croissant di Kota Malang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(3).
- Malki, M.K.S., Wijesinghe, J.A.A.C., Ratnayake, R.H.M.K. and Thilakarathna, G.C., 2023. Characterization of arrowroot (*Maranta arundinacea*) starch as a potential starch source for the food industry. *Heliyon*, 9(9).
- Nuraisyah, A., 2018. *Optimasi Konsentrasi Protein dan Enzim Transglutaminase dalam Peningkatan Kualitas Roti Tepung Beras dengan RSM* (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University (IPB)).
- Nurmiati, Raharja, S. And Suryadarma., 2020. Peningkatan sifat fungsional pati sagu (*Metroxylon Sp.*) melalui penambahan isolat protein kedelai dan transglutaminase. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2).
- 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.
- Richana, I.N., 2024. *Araceae & dioscorea: Manfaat umbi-umbian indonesia*. Nuansa Cendekia.
- Setyaningrum, N.M.A. and Adi, A.C., 2022. Kajian Literatur: Potensi Umbi Garut sebagai Pangan Alternatif untuk Penderita Diabetes Melitus Literature Review: Potential of Garut Tuber as an Alternative Food for Diabetes Mellitus Patients.
- Suryani, L., Zaini, M.A. and Yasa, I.W.S., 2016. Pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit dan metode pengeringan terhadap kadar vitamin c dan organoleptik sale pisang. *Pro Food*, 2(1), pp.85-93.
- Tarique, J., Sapuan, S.M., Khalina, A., Sherwani, S.F.K., Yusuf, J. and Ilyas, R.A., 2021. Recent developments in sustainable arrowroot (*Maranta arundinacea* Linn) starch biopolymers, fibres, biopolymer composites and their potential industrial applications: A review. *Journal of Materials Research and Technology*, 13, pp.1191-1219.
- 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*, pp.37-43.