

**PERBANDINGAN HASIL MODIFIKASI PATI JAGUNG PULUT
DAN PATI SORGUM DENGAN METODE HIDROLISIS ASAM**

*COMPARISON OF RESULTS OF PULUT CORN STARCH MODIFICATION
AND SORGUM STARCH BY ACID HYDROLYSIS METHOD*

**Muhammad Isra^{1*)}, Lisna Ahmad²⁾, Widya Rahmawaty Saman³⁾, Alfandi Rusli⁴⁾
Femiliya Hasan⁵⁾ Nur Fadillah Ibrahim⁶⁾ Fani Fadilah Podungge⁷⁾ Sarmila Lodi⁸⁾ Siti
Zalsa Triani Poee⁹⁾ Icha Alfilia Maele¹⁰⁾ Delia Fandaria Nurdin¹¹⁾**

¹⁻¹¹⁾Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Negeri Gorontalo
*Penulis Korespondensi, Email: muhammadisra@ung.ac.id

ABSTRACT

Starch is a carbohydrate which is a glucose polymer, and consists of amylose and amylopectin, for example corn and sorghum starch, but it still has several obstacles when used as raw materials in the food and non-food industries. If starch is cooked it takes a long time (requiring high energy), and the paste that is formed is hard and not clear. Therefore, starch modification was carried out by acid hydrolysis. This research was conducted to evaluate the effect of physical modification on pulut corn starch and sorghum starch using the Acid Hydrolysis method. The research was conducted at the Processing Laboratory, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Gorontalo State University in May 2024. The tools used were containers, glass beakers, ovens, water baths, blenders, sieves, plastic clips. The ingredients used are pulut corn flour, sorghum flour, distilled water, NaOH, and citric acid. The research design used a Completely Randomized Design (CRD). Test parameters include the size of starch granules. It is hoped that the research results will provide new insights in the development of starch technology based on corn and sorghum.

Keywords: Citric acid, Hydrolysis, Starch

ABSTRAK

Pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa, dan terdiri atas amilosa dan amilopektin contohnya pati jagung dan sorgum, tetapi masih mempunyai beberapa kendala jika dipakai sebagai bahan baku dalam industri pangan maupun non pangan. Jika dimasak pati membutuhkan waktu yang lama (hingga butuh energi tinggi), juga pasta yang terbentuk keras dan tidak bening. Maka dari itu dilakukannya modifikasi pati dengan hidrolisis asam. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efek modifikasi hidrolisis asam pada pati jagung pulut dan pati sorgum menggunakan metode Hidrolisis Asam. Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo pada bulan Mei 2024. Alat yang digunakan yaitu wadah, gelas beaker, oven, water bath, blender, ayakan, plastik klip. Bahan yang digunakan adalah pati jagung pulut, pati sorgum, aquadest, NaOH, dan Asam Sitrat. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Parameter uji meliputi ukuran granula pati. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam pengembangan teknologi pati berbasis jagung pulut dan sorgum.

Kata kunci : Asam Sitrat, Hidrolisis, Pati.

LATAR BELAKANG

Jagung pulut dan sorgum merupakan produk pangan yang strategis dan mempunyai nilai ekonomi yang sangat tinggi. Sampai saat ini belum dapat diolah secara maksimal oleh masyarakat sehingga belum dapat digunakan sebagai salah satu sumber pangan yang dapat mengatasi masalah pangan di Indonesia. Pada umumnya jagung pulut hanya diolah oleh masyarakat secara tradisional yaitu dengan cara dibakar, rebus, dan lain-lain serta dikeringkan untuk kebutuhan pakan ternak. Jagung pulut berfungsi sebagai sumber utama karbohidrat, komponen utamanya adalah pati (72- 73%), serta mengandung proporsi amilosa dan amil pektin, sehingga berpotensi untuk dikembangkan: 70~ 75%.

Namun pati alami jagung pulut maupun sorgum mempunyai beberapa kendala jika dipakai sebagai bahan baku dalam industri pangan maupun non pangan. Jika dimasak pati membutuhkan waktu yang lama (hingga butuh energi tinggi), juga pasta yang terbentuk keras dan tidak bening. Disamping itu sifatnya terlalu lengket dan tidak tahan perlakuan dengan asam.

Kendalakendala tersebut menyebabkan pati alami terbatas penggunaannya dalam industri dan membutuhkan modifikasi pati untuk mendapatkan pati yang resisten agar fraksi pati yang tidak dapat dicerna oleh enzim di usus halus dan mempunyai efek fisiologis yang berdampak positif bagi kesehatan, antara lain: mencegah kanker usus besar, memiliki efek hipoglikemik (menurunkan kadar gula darah setelah makan), dan memiliki efek menurunkan kolesterol. RS3 atau Pati Resisten tipe 3 merupakan jenis RS yang paling banyak digunakan sebagai bahan baku fungsional berbasis RS. Kandungan RS3 dalam bahan pangan alami umumnya rendah, oleh karena itu perlu ditingkatkan kadarnya melalui teknik modifikasi (Raden *et al.*, 2015) Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu modifikasi pati dengan hidrolisis asam.

Pati termodifikasi asam diproduksi dengan menghidrolisis pati dengan asam pada suhu gelatinisasi sekitar 52°C. Reaksi basa memutuskan ikatan α -1,6-D-glukosida amilosa dalam amilopektin, mengakibatkan penurunan ukuran molekul pati dan peningkatan kecenderungan gelasi pasta (Andrianto

et al., 2022). Pati termodifikasi asam memiliki viskositas yang rendah dalam pasta panas, kecenderungan rektrogradasi yang besar, rasio viskositas yang rendah antara pasta pati dingin dan pasta pati panas, pemanjangan granula yang rendah selama gelatinisasi dalam air panas, dan peningkatan stabilitas dalam air hangat di bawah suhu gelatinisasi dan bilangan alkali lebih tinggi (Faridah *et al.*, 2013).

Penelitian ini diperlukan untuk menjadikan olahan pati jagung pulut dan pati sorgum sebagai bahan pangan fungsional dan meningkatkan nilai tambah dengan memodifikasi pati jagung pulut dan pati sorgum untuk meningkatkan kandungan RS3 dan mengkarakterisasi sifat kimia pati yang dimodifikasi.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu oven, thermometer, *grinder*, pisau, wadah plastik/baskom, saringan/ayakan 80 mesh, alat pengukur waktu, kompor, toples, mesin pasta, timbangan analitik. Alat untuk analisis adalah cawan, oven listrik, desikator, labu erlenmeyer, kertas saring, kapas wol, alat destilasi, labu takar, kertas lakmus.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Pati jagung pulut, Pati sorgum, aquadest, asam sitrat dan NaOH 1 N.

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu dengan melakukan modifikasi hidrolisis asam pada pati jagung pulut dan pati sorgum dengan menggunakan metode Hidrolisis Asam (asam sitrat).

Prosedur Penelitian

1. Prosedur Kerja Pembuatan Pati Jagung Pulut

Mempersiapkan alat dan bahan. Melakukan pemipilan jagung, setelah itu pembersihan dengan mencuci jagung pulut tersebut. Kemudian lakukan perendaman selama 3 jam, setelah itu keringkan. Selanjutnya dihaluskan menggunakan mesin penggiling dan melakukan proses pengayakan dengan ayakan 80 mesh. Hasil pati pulut disimpan dalam plastik

2. Prosedur Kerja Pembuatan Pati Sorgum

Menyiapkan alat dan bahan, melakukan pemipilan jagung, setelah itu pembersihan dengan mencuci jagung pulut tersebut. Kemudian lakukan perendaman selama 3 jam, setelah itu

keringkan. Selanjutnya dihaluskan menggunakan mesin penggiling dan melakukan proses pengayakan dengan ayakan 80 mesh. Hasil pati pulut disimpan dalam plastic.

Parameter Uji

1. Ukuran Granula

Granula yang telah dibuat kemudian ditimbang sebanyak seratus gram untuk dilakukan uji kerapuhan pada granul tersebut, kemudian granul yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam ayakan bertumpuk dan diputar sebanyak sepuluh kali kemudian timbang banyaknya granula yang jatuh kemudian hitung persentase kerapuhan granula tersebut. Semakin kecil persentase kerapuhan granula maka granula yang dihasilkan semakin baik. Setelah di peroleh granula yang baik hitunglah presentase granul dengan menggunakan rumus pengukuran kerapuhan granula.

2. *Swelling Power* dan Kelarutan Pati

Perhitungan *swelling power* dan kelarutan pati mengacu pada Teja *et al.* (2008) dan Lee & Yoo (2011). Sebanyak 1 g pati modifikasi dan 20 ml akuades dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Pati diaduk selama 15 menit menggunakan magnetic stirrer. Sampel dimasukkan ke dalam tabung

sentrifus yang telah diketahui beratnya. Sampel dipanaskan dalam waterbath dengan suhu 90°C selama 30 menit. Sampel didinginkan pada suhu kamar kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit.

Supernatan dituang ke dalam cawan petri yang telah diketahui beratnya dan dipanaskan dalam oven dengan suhu 100°C selama 2 jam. Cawan petri ditimbang untuk menentukan kelarutan pati. Berat gel ditimbang untuk menentukan *swelling power*. *Swelling power* dan kelarutan pati dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Swelling power (g/g)} = \frac{\text{berat gel (g)}}{\text{berat sampel (g)}}$$

$$\text{Kelarutan pati (\%)} = \frac{\text{berat kering (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100$$

3. Viskositas Pengukuran

Viskositas digunakan untuk menentukan sifat pembentukan pasta. Pati sebanyak 20-gram disuspensikan dalam air suling sebanyak 80 mL kemudian dipanaskan (Fadhilillah *et al.*, 2015).

4. *Freeze-thaw stability*

Pengujian *Freeze-thaw stability* mengacu pada metode Lee dan Yoo (2011). Sebanyak 5 g pati dilarutkan

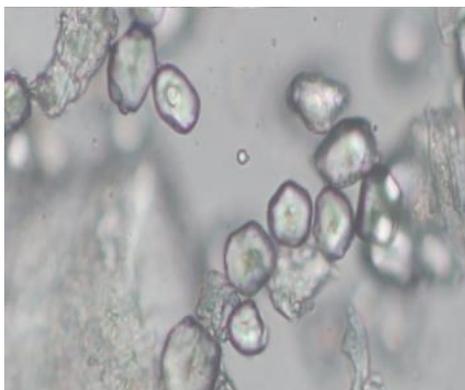
dalam akuades hingga volume mencapai 100 ml. Suspensi pati kemudian dipanaskan dengan suhu 95°C selama 30 menit. Suspensi ditimbang 10 g dalam tabung sentrifus, selanjutnya disimpan pada suhu - 14°C selama 24 jam. Selanjutnya, suspensi dicairkan pada suhu 30°C selama 1,5 jam dan disentrifugasi dengan kecepatan 2300 rpm selama 15 menit. Supernatan yang terpisah ditimbang. *Freeze-thaw stability* diukur menggunakan persentase sineresis.

$\% \text{ Sineresis} = \frac{\text{supernatan (g)}}{\text{bobot total suspensi dalam tabung (g)}} \times 100$

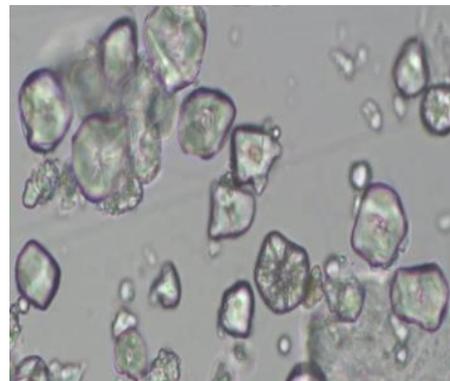
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran Granula

Granula pati merupakan butiran-butiran kecil yang menyusun pati. Menurut Winarno (2020) bentuk dan ukuran pati berbeda-beda tergantung sumber patinya yaitu ada yang berbentuk bulat, lonjong, bahkan ada yang tidak beraturan.

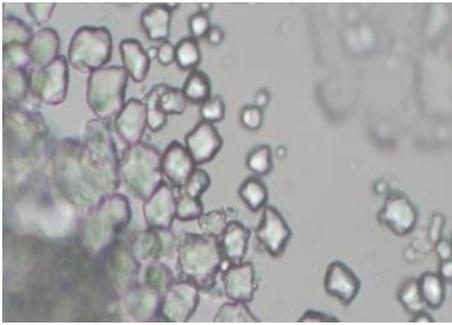


Gambar 1. Granula pati jagung tanpa Modifikasi

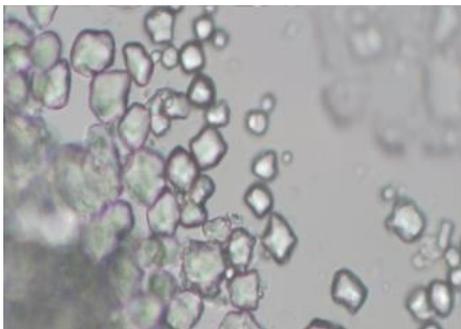


Gambar 2. Granula pati termodifikasi

Dari hasil uji ukuran granula pati jagung pulut sebelum dimodifikasi dan setelah dimodifikasi dapat dilihat adanya perbedaan perubahan ukuran granula dimana pati jagung pulut yang telah termodifikasi dengan nilai rata-rata sebesar 220 pixels dibandingkan dengan ukuran granula pati sebelum dimodifikasi dengan nilai rata-rata sebesar 173 pixels dimana struktur molekul pati jagung yang lebih rapat. Hal ini terjadi dikarenakan asam dapat mengakibatkan ikatan hidrogen intermolekuler di antara grup hidroksil pada rantai yang berdekatan untuk ukuran granula pati yang besar akan menghasilkan pembengkakan yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran granula pati sebelum termodifikasi (Dewi *et al.*, 2014).



Gambar 3. Granula pati sorgum tanpa Modifikasi



Gambar 4. Granula pati sorgum termodifikasi

Sedangkan hasil uji granula pati sorgum termodifikasi dapat dilihat adanya penurunan ukuran granula pati dengan rata-rata 159 pixels Hal ini terjadi karena proses hidrolisis merusak granula pati dan memecah rantai pati menjadi lebih pendek, dikarenakan asam pada proses hidrolisis dapat menyerang daerah amorf maupun kristalin dari granula pati dan memotong ikatan molekul pati (Omojola *et al.*, 2014). Rantai pati yang lebih pendek memiliki berat molekul yang lebih kecil sehingga meningkatkan daya larut. Sementara itu jika dibandingkan dengan ukuran granula

pati sebelum modifikasi dengan rata-rata 217 pixels dimana pati sorgum memiliki ukuran granula yang lebih besar berkisar antara 14,50-16,88 μm . Hal ini disebabkan oleh struktur molekul pati sorgum yang lebih renggang dan mudah mengalami hidrolisis asam (Yusra *et al.*, 2020).

Viskositas

Viskositas adalah ukuran kekentalan suatu bahan pangan. Viskositas merupakan penyataan tahanan cairan untuk mengalir dari suatu sistem dibawah tekanan yang digunakan. Semakin kental suatu cairan, maka semakin besar kekuatan yang diperlukan untuk mengalir. (Oktaviasari, *et al.*, 2017). Rerata viskositas pada pati jagung pulut modifikasi hidrolisis asam berkisar 308 Ss dan pati sorgum 306 Ss dan viskositas kontrol jagung pulut yaitu 246 Sb dan pati sorgum yaitu sebesar 178 Sb. Hasil uji pengaruh penambahan asam sitrat terhadap viskositas dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil uji viskositas pati

Pati	Sebelum (Sb)	Sesudah (Ss)
Jagung pulut	246	308
Sorgum	178	306

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan perbedaan viskositas pati jagung pulut dan pati sorgum dengan adanya peningkatan viskositas pada pati yang telah termodifikasi. Hal ini disebabkan viskositas berkaitan dengan proses gelatinisasi, tingkat penyerapan air dan proporsi amilosa dan amilopektin yang ada pada pati. Jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati sangat besar, sehingga semakin besar proporsi pati maka kemampuan menyerap air semakin besar pula. Meningkatnya viskositas dimulai pada saat granula-granula pati mulai membengkak. Air yang semula berada di luar granula dan bergerak bebas sebelum suspensi dipanaskan, kini sudah berada di dalam butir-butir pati dan tidak dapat bergerak dengan bebas lagi.

Penambahan asam sitrat berpengaruh nyata terhadap viskositas pati termodifikasi yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin tinggi juga viskositas pati termodifikasi (Bimo Setiarto *et al.*, 2023). Hal ini diduga karena asam memecah ikatan pati yang terdiri dari amilosa dan amilopektin yang menyebabkan ikatan hidrogen yang melemah. Pemecahan ikatan amilosa

dan amilopektin akan menyebabkan terjadinya perubahan lebih lanjut seperti peningkatan molekul air sehingga terjadi penggelembungan molekul, pelelehan kristal dan terjadi peningkatan viskositas (Triyani *et al.*, 2013).

Pengaruh penambahan asam terhadap viskositas pati termodifikasi dapat dilihat pada Tabel 1. yang menunjukan bahwa penambahan asam sitrat berpengaruh nyata terhadap viskositas pati termodifikasi. Viskositas tertinggi terdapat pada pati termodifikasi jagung pulut yaitu 308 Ss, dan viskositas pati sorgum 306 Ss. Pada penambahan asam sitrat dapat meningkatkan viskositas pati termodifikasi dibandingkan dengan kontrol. Karena semakin lama perendaman dengan asam sitrat maka semakin tinggi juga viskositas yang dihasilkan dari pati termodifikasi.

Hal ini dikarenakan ikatan hidrogen antara molekul pati yang dimodifikasi secara fosforilasi akan rusak dan terjadi absorpsi air ke dalam granula pati sehingga granula membengkak yang pada akhirnya akan menyebabkan kenaikan viskositas maksimum. Viskositas maksimum dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara

lain kadar amilosa, kadar protein, kadar lemak, dan ukuran granula (Retnaningtyas & Putri, 2014).

Swelling Power

Swelling power dipengaruhi oleh kemampuan molekul pati untuk mengikat air melalui pembentukan ikatan hidrogen. Setelah gelatinisasi ikatan hidrogen antara molekul pati terputus dan digantikan oleh ikatan hidrogen dengan air. Sehingga pati dalam tergelatinisasi dan granulagranula pati mengembang secara maksimal (Retnaningtyas & Putri, 2014). Hasil uji *Swelling Power* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Hasil uji Swelling Power

Pati	Sebelum modifikasi (g/g)	Sesudah modifikasi (g/g)
Jagung pulut	4,0225	5,1299
Sorgum	4,8305	5,9474

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat adanya peningkatan swelling power pada pati yang telah termodifikasi dibandingkan dengan pati yang belum dimodifikasi. Hal ini terjadi karena adanya penambahan asam sitrat yang merupakan

asam organik lemah dan pada konsentrasi rendah diduga dapat menghidrolisis rantai percabangan amilopektin pati beramilosa tinggi yang teretrogradasi menghasilkan polimer glukosa rantai lurus yang lebih kecil (Triwitono *et al.*, 2018).

Proses pemanasan dan hidrolisis (asam sitrat) menyebabkan pemotongan rantai percabangan amilopektin menjadi amilodekstrin rantai lurus dengan panjang rantai lebih pendek, berat molekul lebih kecil (Ozturk dkk., 2013) dan gugus hidroksil lebih banyak, sehingga lebih mudah menyerap air. Swelling power (SP) adalah kemampuan pembengkakan setelah pati menyerap air dan mengalami gelatinisasi. kemampuan pembengkakan pati dipengaruhi oleh kadar amilosa. Semakin tinggi kadar amilosa, gugus hidroksil dan hidrofili yang terkandung makin tinggi, sehingga makin banyak air yang terikat, proses gelatinisasi makin sempurna dan swelling powernya makin besar (Isra, *et al.*, 2022).

Sifat swelling pada pati sangat tergantung pada kekuatan dan sifat alami antar molekul di dalam granula pati, yang mana juga tergantung pada

sifat alami dan kekuatan daya ikat dalam granula. Berbagai faktor yang menentukan daya ikat tersebut adalah (1) perbandingan amilosa dan amilopektin, (2) bobot molekul dari fraksi-fraksi tersebut, (3) distribusi bobot molekul, (4) derajat percabangan.

Keluruhan

Keluruhan merupakan suatu kemampuan bahan untuk larut dalam air. Hidrolisis pati menggunakan asam memiliki proses yang lebih sederhana untuk memperpendek rantai pati sehingga keluruhan meningkat (Winarti *et al.*, 2014). Hasil analisa keluruhan pati dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 3. Hasil uji keluruhan pati

Pati	Sebelum (%)	Sesudah (%)
Jagung pulut	4,404	4,038
Sorgum	3,935	4,006

Dari hasil uji keluruhan menunjukkan adanya penurunan pada pati jagung pulut termodifikasi. Hal ini terjadi karena susunan komponen yang berada di dalamnya semakin kompak sehingga tidak mudah terlepas saat direndam dalam air. Dalam sintesis, asam sitrat dapat berperan dalam mengurangi keluruhan pati melalui proses hidrolisis dan leaching granula

pati. Oleh karena itu, perlu diatur konsentrasi dan waktu perendaman asam sitrat untuk mengoptimalkan kualitas pati yang dihasilkan. keluruhan pati mengalami penurunan, dimana suhu yang dipakai merupakan batas suhu dimana pati pecah dan terbentuk kompleks dengan lipid atau protein sehingga menghambat keluruhan dan adanya interaksi yang kuat antara amilopektin-amilosa dan atau amilosa-amilosa (Klein *et al.*, 2014).

Sedangkan pada pati sorgum mengalami peningkatan keluruhan pada pati yang telah termodifikasi dibandingkan dengan pati yang belum dimodifikasi. Peningkatan keluruhan dari modifikasi pati disebabkan proses hidrolisis secara asam dapat memutus rantai pati jagung menjadi hidrolisat yang lebih sederhana. Keluruhan pati modifikasi meningkat karena semakin banyak rantai pendek pada pati termodifikasi yang dihasilkan setelah proses hidrolisa asam sehingga pati semakin larut dalam air. Selain itu, kadar amilosa juga berpengaruh terhadap keluruhan. Dimana semakin tinggi kadar amilosa pati maka keluruhannya di dalam air juga akan meningkat karena amilosa memiliki sifat polar (Sigit Amanto *et al.*, 2015).

Freeze-thaw stability

Nilai *Freeze-thaw stability* yang dinyatakan dalam % Syneresis dapat diartikan sebagai persentase jumlah air yang terpisah setelah larutan pasta pati diberi perlakuan penyimpanan pada satu siklus freeze-thaw pada suhu dibawah -150 C (Manajemen, n.d.). Hasil uji *Freeze-thaw stability* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. *Freeze-thaw stability*

Pati	Sebelum sinersis)	(%Sesudah sinersis)
Jagung pulut	37	40
Sorgum	36	36,7

Dari uji yang telah dilakukan dapat dilihat adanya perbedaan pada nilai *Freeze-thaw stability* pada jagung pulut dan sorgum dengan pati sebelum dimodifikasi dimana mengalami kenaikan dengan nilai% sinersis dimana semakin tinggi persentase jumlah air yang terpisah menunjukkan bahwa pati tersebut semakin tidak stabil terhadap penyimpanan suhu beku. Hal ini disebabkan penurunan kemampuan gel dalam menahan air rendah akibat penurunan suhu, sehingga menyebabkan kecenderungan molekul amilosa keluar dari granula pati yang telah pecah dan

membentuk gumpalan (Danimayostu, 2017).

Asam sitrat dapat menurunkan freeze stability pati. Freeze stability adalah kemampuan pati untuk menahan pendinginan dan penghangatan tanpa mengalami kerusakan. Asam sitrat dapat mengaktifkan ikatan hidrogen antar molekul pati, sehingga menurunkan freeze stability pati. Menurunnya persen sinersis pati termodifikasi disebabkan oleh tingginya nilai derajat cross linking, atau dengan kata lain tingginya nilai derajat cross linking memungkinkan terjadinya kestabilan pasta pati saat pendinginan (Larasati *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi hidrolisis asam pada pati jagung pulut dan pati sorgum menggunakan metode Hidrolisis asam dapat mempengaruhi ukuran granula pati, *Swelling Power*, Kelarutan Pati, *Visikositas Pengukuran*, *Freeze-thaw stability*. Hasil penelitian ini memberikan wawasan baru dalam pengembangan teknologi pati berbasis jagung pulut dan sorgum. Dengan demikian, modifikasi hidrolisis asam dapat menjadi salah satu pendekatan yang efektif dalam meningkatkan kualitas dan karakteristik pati dari

bahan baku jagung pulut dan sorgum. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memperluas pemahaman tentang potensi aplikasi modifikasi hidrolisis asam pada pati jagung pulut dan pati sorgum dalam industri pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, D., Isra, M., Haryo, R., & Setiarto, B. 2022. Effect of lintnerization (acid hydrolysis) on resistant starch levels and prebiotic properties of high carbohydrate foods: A meta-analysis study. In *Songklanakar J. Sci. Technol* (Vol. 44, Issue 5).
- Ayu Larasati, D., Yuliasih, I., & Candra Sunarti, T. 2017. Desain Proses Pembuatan Coating Film Berbasis Pati Sagu (Metroxylon Sp.) Ikat Silangasam Sitrat. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27(3), 318–327..
- Bimo Setiarto, R. H., Laksmi Jenie, B. S., Faridah, D. N., & Saskiawan, I. 2015. Study of Development Resistant Starch Contained in Food Ingredients as Prebiotic Source. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(3), 191–200.
- Bimo Setiarto, R. H., Isra, M., Andrianto, D., Widhyastuti, N., & Masrukhin. 2023. Improvement of Prebiotic Properties and Resistant Starch Content of Corn Flour (*Zea mays L.*) Momala Gorontalo Using Physical, Chemical and Enzymatic Modification. *Tropical Life Sciences Research*, 34(2), 255–278. <https://doi.org/10.21315/tlsr2023.34.2.13>
- Danimayostu, A. A. 2017. Pengaruh Penggunaan Pati Kentang (*Solanum tuberosum*) Termodifikasi Asetilasi-Oksidasi Sebagai Gelling Agent Terhadap Stabilitas Gel Natrium Diklofenak. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 3(1), 25–32.
- Dewi, N. S., Parnanto, N. H. R., & Ariyantoro, A. R. 2014. Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Bengkuang (*Pachyrhizus Erosus*) Dimodifikasi Secara Asetilasi Dengan Variasi Konsentrasi Asam Asetat Selama Perendaman. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7(2), 104–112.
- Dicko, M.H., H. Gruppen, A.S. Traoré, W.J.H van Berkel, and A.G.J Voragen. 2016. Sorghum Grain As Human Food In Africa: Relevance Of Content Of Starch And Amylase Activities. *African Journal of Biotechnology*. 5(5): 384-395.
- Dykes, L., & Rooney, L. W. 2016. Sorghum and millet phenols and antioxidants. *Journal of Cereal Science*, 44(3), 236±251.
- Dziedzic, S. Z. & W Kearsley, M., 1995. Handbook of starch hydrolysis products and their derivatives. Boston, USA: Springer zic.
- Ferrini LMK, Rochaa TS, Demiate IM, Franco CLM. 2008. Effect of acid methano, treatment on the physicochemical and structural characteristics of cassava and maize starch. *Starch/Starke*. 60,417-425
- Faridah, D., Rahayu, W., & Apriyadi, M. 2013. Modification of

- arrowroot (Marantha arundinacea) starch through acid hydrolysis and autoclaving/cooling cycling treatment to produce resistant starch type. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 23(1), 61–69.
- Isra, M., Andrianto, D., & Setiarto, R. H. B. 2022. Effect of Microwave Heat Treatment for Resistant Starch Levels and Prebiotic Properties of High Carbohydrate Foods: Meta-Analysis Study. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, 21(2). <https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2022.032>
- Maflahah, I. 2020. Analisis proses pembuatan pati jagung (maizena) berbasis neraca massa. *Jurnal Embryo*, 7(1), 40-45
- Manajemen, J. (n.d.). 3 1,2,3. 2(1), 38–47.
- Muhammad Fadhlillah¹, Safri Ishmayana², Idar Idar³, Soetijoso Soemitro², T. S. 2015. Perubahan Sifat Fisikokimia Pati Sorgum Setelah Hidrolisis.
- Przybylska-Balcerek, A., Frankowski, J., dan Stuper-Szablewska, K. 2020. The influence of weather conditions on bioactive compound content in sorghum grain. *European Food Research and Technology*, 246(1), 13-22.
- Soerjandono, N. B. 2018. Teknik Produksi Jagung Anjuran Di Lokasi Peima Tani Kabupaten Sumenep. *Buletin Teknik Pertanian: Sumenep*.
- Suarni. 2022. Potensi Sorgum Sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. Vol.7
- Retnaningtyas, D. A., & Putri, W. D. R. 2014. Karakterisasi Sifat Fisiokimia Pati Ubi Jalar Oranye Hasil
- Sigit Amanto, B., Jati Manuhara, G., Rosdiana Putra. 2015, Modifikasi Perlakuan STPP (Lama Perendaman dan Konsentrasi). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(4), 68–77.
- Fadhlillah. 2015. Kinetika Pengeringan Chips Sukun (*Artocarpus Communis*) Dalam Pembuatan Pati Sukun Termodifikasi Dengan Asam Laktat Menggunakan Cabinet Dryer Drying Kinetics Of Breadfruit Chips (*Artocarpus Communis*) In Making Modified Breadfruit Flour With Lactic Acid Using Cabinet Dryer. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, VIII(1).
- Triwitono, P., Marsono, Y., Murdiati, A., & Marseno, D. W. 2018. Pengaruh Metode Kombinasi Autoklaf 2 Siklus dan Hidrolisis Asam Sitrat terhadap Sifat Kimia dan Fisika RS-3 Pati Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*). *Agritech*, 37(3), 312.
- Triyani, A., Ishartani, D., Dimas, R. A., Teknologi, J., Pertanian, H., & Pertanian, F. 2013. The Study Of Physicochemical Characteristic Of Yellow Pumpkin (*Cucurbita moschata*) Modified Flour With Variation Of Long Submersion And Concentration Of Acetic Acid. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(2), 17–18.