

**“PERBANDINGAN MODIFIKASI PADA PATI JAGUNG PULUT
DAN PATI SORGUM DENGAN METODE *MICROWAVE-COOLING*”**

*“Comparison of Modifications on Pulut Corn Starch and Sorghum Starch
using the Microwave-Cooling Method”*

**Widya Rahmawaty Saman¹, Muhammad Isra¹, Lisna Ahmad¹, Afnisa Jesika Mahmud¹,
Nurul Annisa Lumalaga¹, Nurdike Ismail¹, Alwina Ramdina S. Nurdin¹, Kasmawati Tunai¹,
Anjely Makalalag¹, Mastin Dahlan¹, Rahman Isima¹, Jimmy Djibu¹**

¹ Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Negeri Gorontalo

ABSTRAK

Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena akan lebih tahan disimpan, mudah dicampur, dibentuk dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbandingan antara modifikasi dan tanpa dimodifikasi pada pati Jagung Pulut dan pati Sorgum dengan metode microwave-cooling. Rancangan percobaan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yaitu dengan memodifikasi fisik pada tepung jagung pulut dan tepung sorgum dengan menggunakan metode microwave-cooling. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Modifikasi pati jagung pulut dengan metode microwave-cooling meningkatkan ukuran granula pati pada ulangan ke2 berkisar 186 pixels sedangkan Modifikasi pati sorgum dengan metode microwave-cooling meningkatkan ukuran granula pati pada ulangan pertama berkisar 227 pixels. Pati jagung pulut dan pati sorgum adalah dua jenis pati yang memiliki perbedaan dalam sifat fisik dan kimia. Modifikasi pati dengan metode microwave-cooling dapat mempengaruhi ukuran granula pati. Pati jagung pulut memiliki ukuran granula yang lebih besar dibandingkan pati sorgum. Modifikasi pati jagung pulut dengan metode microwave-cooling meningkatkan ukuran granula pati. Pati sorgum, sebaliknya, memiliki ukuran granula yang lebih kecil. Modifikasi pati sorgum dengan metode microwave-cooling dapat meningkatkan ukuran granula pati, tetapi tidak sebesar pati jagung pulut.

Kata Kunci: Pati Sorgum, Pati Jagung, Modifikasi, Ukuran granula

PENDAHULUAN

Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena akan lebih tahan disimpan, mudah dicampur, dibentuk dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis. (Nurani dan Yuwono, 2014) “Dalam

jurnal” (Prakarsa, *et al.*, 2016). Tepung jagung termodifikasi diharapkan dapat menjadi alternatif pengganti terigu dalam beberapa produk olahan berbasis tepung. Karakteristik tepung sangat menentukan penggunaannya pada produk pangan dalam hubungannya dengan kualitas produk tersebut, contohnya pada tepung

jagung pulut dan tepung Sorgum. (Nuraini, et al., 2016).

Pada umumnya jagung pulut hanya diolah oleh masyarakat secara tradisional yaitu dengan cara dibakar, rebus, dan lain- lain serta dikeringkan untuk kebutuhan pakan ternak sehingga perlu pengolahannya dalam bentuk tepung. Jagung dalam bentuk tepung lebih fleksibel, tahan lama, praktis dapat diperkaya dengan zat gizi (fortifikasi), dan lebih cepat dimasak. Penelitian tentang pemanfaatan jagung pulut sebagai pangan instan telah dilakukan dengan menggunakan metode pembekuan dan pengeringan terhadap karakteristik grits jagung instan (Husain et al., 2016) “Dalam Jurnal” (Palijama, et al., 2020). Jagung pulut adalah salah satu jenis jagung yang memiliki kandungan amilopektin yang tinggi, sehingga sangat cocok untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan makanan tradisional seperti ketan, dodol, dan kue-kue lainnya. Namun, jagung pulut memiliki beberapa kekurangan seperti rendahnya kandungan protein dan asam amino esensial, serta rendahnya nilai gizi. Jagung pulut memiliki kandungan nutrisi yang bervariasi, tergantung pada jenis jagung, kondisi lingkungan, serta metode budidaya dan pengolahan.

Adapun Di Indonesia, tanaman sorgum mirip dengan jagung dimana biji sorgum dikenal dengan berbagai nama daerah, antara lain yaitu jagung pari, cantel, gandum, oncer (Jawa), jagung cetrik, gandrung, gandrung, degem, kumpay (Sunda), wataru hamu garai, gandum (Minangkabau). Sorgum merupakan komoditas serelia yang belum banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Padahal nilai gizi sorgum

tidak kalah dengan beras. Bahkan sorgum mengandung protein (8-12 %) setara dengan terigu atau lebih tinggi dibandingkan dengan beras (6-10 %), dan kandungan lemaknya (2-6 %) lebih tinggi dibandingkan dengan beras (0,5-1,5 %). (Tarigan, et al., 2013)

Dilakukan modifikasi pati untuk mendapatkan karakteristik pati yang diinginkan. Modifikasi pati diperlukan untuk mengatasi sifat dasar pati alami yang kurang menguntungkan, sehingga dapat memperluas penggunaan dalam pengolahan pangan serta menghasilkan karakteristik produk pangan yang diinginkan. (Kholifah et.al 2018). Pati resisten atau resistant starch merupakan bagian dari pati yang tidak bisa dicerna oleh enzim dalam usus halus manusia yang sehat, namun bisa difermentasi oleh mikroflora usus besar dengan menghasilkan asam lemak rantai pendek yang memiliki berbagai manfaat Kesehatan (Oksilia & Pratama, 2018). Modifikasi fisik pada pati adalah proses yang dilakukan untuk meningkatkan nilai guna pati dengan cara mengubah sifat fisiknya menggunakan microwave-cooling.

Menurut penelitian (Liu et al., 2021) menunjukkan bahwa pemanasan microwave dapat meningkatkan kandungan RS3 dari sumber karbohidrat seperti nasi. Pati resisten tipe III (RS3) adalah pati resisten utama yang digunakan dalam produksi makanan fungsional berbasis pati resisten. RS3 terbentuk melalui retrogradasi pati yang tergelatinisasi dan dapat diproses dari berbagai sumber pati, seperti pati beras, pati jagung, pati singkong, pati pisang, dan pati barley. (Asbar, et al. 2014). Proses modifikasi pati untuk meningkatkan kadar RS3

biasanya dilakukan dengan meningkatkan kadar amilosa melalui pemotongan amilopektin, sehingga lebih banyak pati yang mudah mengalami retrogradasi. Oleh karena itu, dalam Penelitian ini dilakukan modifikasi fisik pada tepung jagung pulut dan tepung Sorgum dengan menggunakan metode microwave-cooling.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024 dilaboratorium Pengolahan Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu wadah, gelas beaker, microwave, ruang pendingin, oven, blender, Erlenmeyer, spatula, gelas ukur, dan ayakan 80 mesh.

Bahan yang digunakan yaitu Tepung jagung pulut, Tepung sorgum, aquadest, alufo, aluminium foil, dan NaOH.

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yaitu dengan memodifikasi fisik pada tepung jagung pulut dan tepung sorgum dengan menggunakan metode microwave-cooling.

Parameter Uji

Ukuran Granula

Granula yang telah dibuat kemudian di timbang sebanyak seratus gram untuk dilakukan uji kerapuhan pada granul tersebut, kemudian

granul yang sudah di timbang dimasukan ke dalam ayakan bertumpuk dan di putar sebanyak sepuluh kali kemudian timbang banyaknya granul yang jatuh kemudian hitung persentase kerapuhan granul tersebut. Semakin kecil persentase kerapuhan granul maka granul yang dihasilkan semakin baik. Setelah di peroleh granul yang baik hitunglah presentase granul dengan menggunakan rumus pengukuran kerapuhan granul.

$$V_o - V_t$$

$$F = \frac{V_o - V_t}{V_o} \times 100\%$$

Ket: F = Indeks Kerapuhan.

V_o = Bobot Awal

V_t = Bobot Akhir

Kelarutan

Pengujian kelarutan dilakukan menurut (Syafutri dkk., 2021) Sebanyak 0,5 g pati disiapkan dan dilarutkan menggunakan akuades sebanyak 5 ml. Suspensi pati kemudian dipanaskan dalam waterbath pada suhu 80°C selama 30 menit, sambil divorteks tiap 10 menit Selanjutnya, suspensi pati didinginkan dengan cepat menggunakan air es hingga mencapai suhu ruang. Suspensi pati yang ada dalam tabung sentrifus, disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit. Supernatan yang diperoleh dipindahkan kedalam cawan yang telah ditimbang berat awalnya dan kemudian dipanaskan pada suhu 105°C dan sampai diperoleh berat konstan, kelarutan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kelarutan} \left(\frac{g}{100g} \right) = \frac{W_3 \times 100}{W \times 0,5/100}$$

Keterangan:

W3: Berat supernatan setelah dikeringkan

W: Berat total suspensi dalam tabung

Visikositas

Pengukuran viskositas digunakan untuk menentukan sifat pembentukan pasta. Tepung sebanyak 30 gram disuspensikan dalam air suling sebanyak 375 mL kemudian dipanaskan. Pengukuran viskositas dilakukan menggunakan viskometer Brookfield pada suhu 50, 60, 70, 80 dan 90°C (Fadhilillah et al, 2015). Sediaan gel ditempatkan dalam Brookfield viscometer hingga spindle terendam. Diatur spindle dan kecepatan yang akan digunakan. Brookfield viscometer dijalankan, kemudian viskositas dari gel akan terbaca. Danimayostu *et al.*, (2017).

Prosedur Kerja :

1. Siapkan alat dan bahan
2. Melakukan pemipilan jagung, setelah itu pembersihan dengan mencuci jagung pulut tersebut.
3. Kemudian lakukan perendaman selama 3 jam, setelah itu keringkan.
4. Selanjutnya di haluskan menggunakan mesin penggiling dan
5. Melakukan proses pengayakan dengan ayak 80 mesh.
6. Hasil tepung jagung pulut disimpan dalam plastik

Diagram Alir Pembuatan Tepung Jagung Pulut

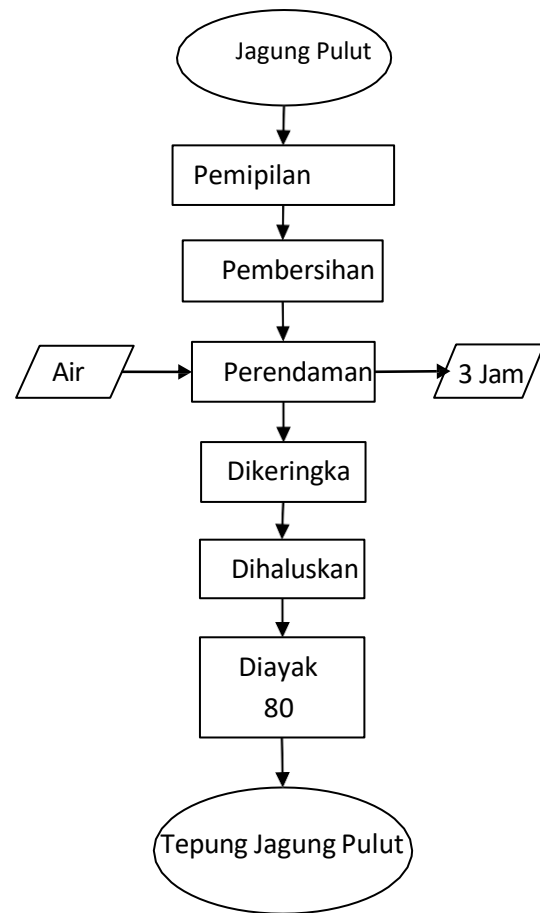


Diagram Alir Pembuatan Tepung Sorgum

Prosedur Kerja :

1. Siapkan alat dan bahan
2. Melakukan pemipilan sorgum, setelah itu pembersihan dengan mencuci sorgum tersebut.
3. Kemudian lakukan perendaman selama 3 jam, setelah itu keringkan.
4. Selanjutnya di haluskan menggunakan mesin penggiling dan
5. Melakukan proses pengayakan dengan ayak 80 mesh.
6. Hasil tepung sorgum disimpan dalam plastic

Diagram Alir Pembuatan Pati Jagung Pulut

Prosedur Kerja :

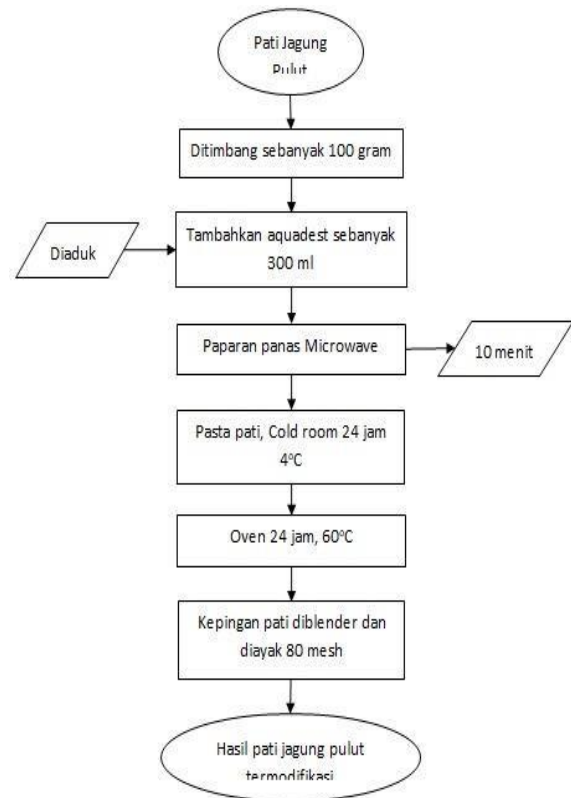
1. Siapkan alat dan bahan
2. Rendam tepung jagung pulut dengan ditambahkan aquadest dan NaOH
3. Kemudian diendapkan diruang pendingin selama 1 x 24 jam.
4. Setelah itu, endapannya dibuang dan dilakukan pencucian.
5. Setelah proses pencucian, tepung tersebut di salin ke wadah (alufo) dan dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan oven suhu 60°C selama 24 jam
6. Selanjutnya dihaluskan menggunakan blender dan dilanjutkan dengan proses pengayakan 80 mesh
7. Hasil Pati jagung pulut disimpan dalam plastik

Diagram Alir Pembuatan Pati Sorgum

Prosedur Kerja

1. Siapkan alat dan bahan
2. Rendam tepung sorgum dengan ditambahkan aquadest dan NaOH
3. Kemudian diendapkan diruang pendingin selama 1 x 24 jam.
4. Setelah itu, endapannya dibuang dan dilakukan pencucian.
5. Setelah proses pencucian, tepung tersebut di salin ke wadah (alufo) dan dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan oven suhu 60°C selama 24 jam
6. Selanjutnya dihaluskan menggunakan blender dan dilanjutkan dengan proses pengayakan 80 mesh
7. Hasil Pati sorgum disimpan dalam plastik

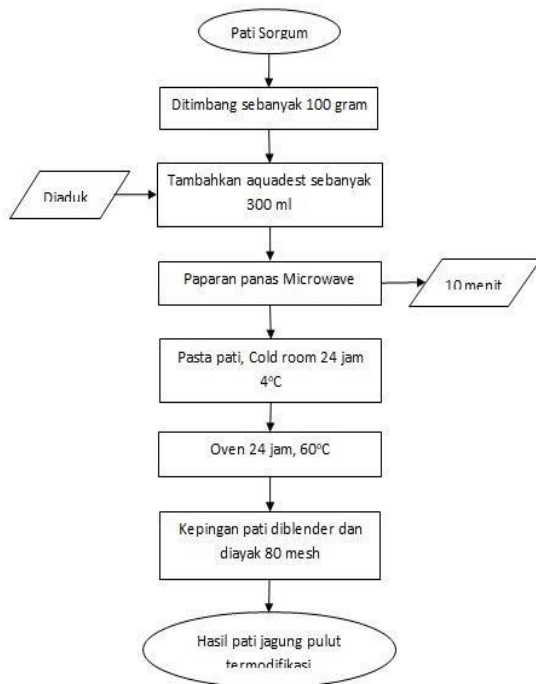
Diagram Alir Modifikasi Pati Jagung Pulut



Prosedur Kerja:

1. Siapkan alat dan bahan
2. Timbang pati jagung pulut sebanyak 100 gram
3. Kemudian tambahkan aquadest sebanyak 300 ml dan diaduk
4. Setelah itu, masukan dalam microwave dengan paparan panas selama 10 menit sampai menjadi pasta
5. Selanjutnya masukan kedalam coold room selama 24 jam suhu 4°C
6. Setelah itu,di oven selama 24 jam, 60°C sampai menjadi kepingan pati
7. Kemudian di blender dan diayak dengan 80 mesh
8. Hasil pati jagung pulut termodifikasi

Diagram Alir Modifikasi Pati Sorgum



Prosedur Kerja :

1. Siapkan alat dan bahan
2. Timbang pati Sorgum sebanyak 100 gram
3. Kemudian tambahkan aquadest sebanyak 300 ml dan diaduk
4. Setelah itu, masukan dalam microwave dengan paparan panas selama 10 menit sampai menjadi pasta
5. Selanjutnya masukan kedalam cold room selama 24 jam suhu 4°C
6. Setelah itu, di oven selama 24 jam, 60°C sampai menjadi kepingan pati
7. Kemudian di blender dan diayak dengan 80 mesh
8. Hasil pati Sorgum termodifikasi

Penyajian Data

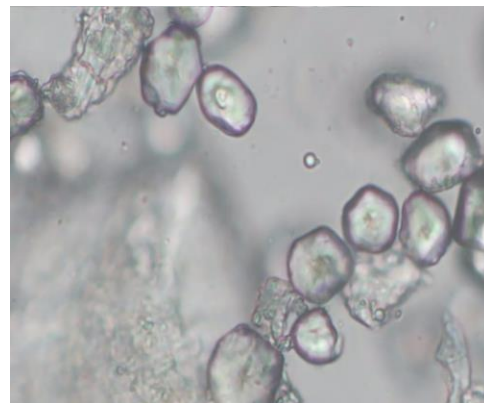
Pada Penelitian ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian ukuran granula, swelling power, kelarutan, Freeze-Thaw stability, viskositas dari pengaruh modifikasi fisik dengan menggunakan metode microwave-

cooling dan dianalisis menggunakan analisis deskriptif.

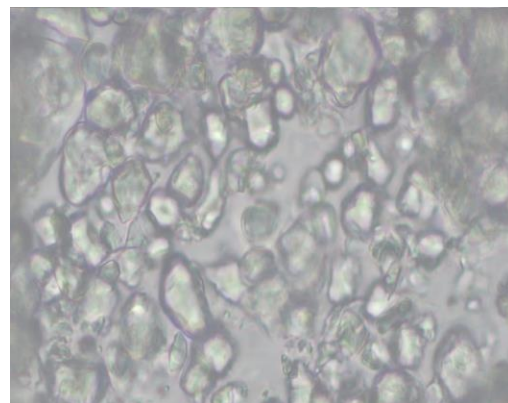
HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Ukuran Granula Pati

Granula pati adalah struktur mikroskopik yang ditemukan dalam pati, yang terdiri dari molekul pati yang terorganisir dalam bentuk butiran atau granula. Granula pati memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda tergantung pada jenis pati dan sumber tumbuhan asalnya (Zhang et al., 2014). Berikut perbedaan granula pati pada pati jagung pulut dan sorgum termodifikasi dan tanpa modifikasi:



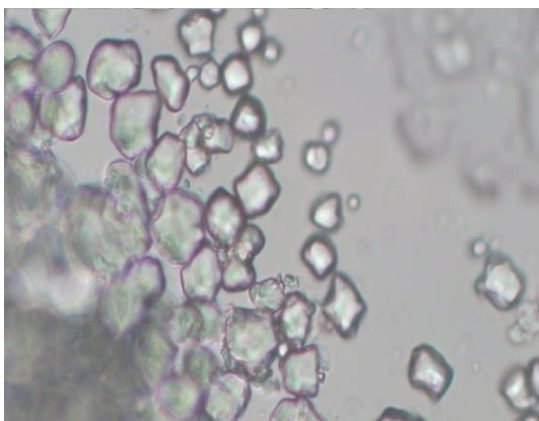
Gambar 1. Granula Jagung pulut tanpa modifikasi



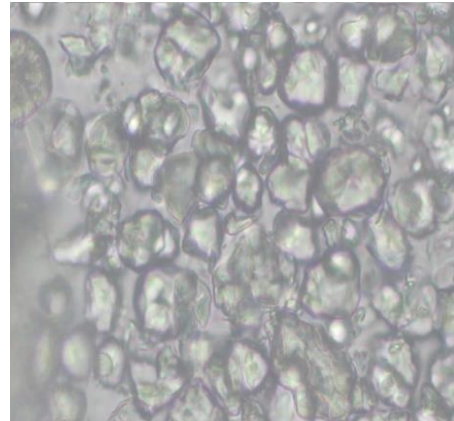
Gambar 2. Granula Jagung pulut modifikasi

Granula pati jagung dapat mempengaruhi ukuran, bentuk, dan struktur granula pati. Perubahan morfologi granula pati setelah modifikasi Secara umum, modifikasi tersebut dapat menghasilkan granula pati yang lebih halus, lebih bulat, atau lebih teratur dalam bentuknya. perubahan morfologi granula pati juga dapat bervariasi tergantung pada variasi parameter, jenis pati, dan kondisi percobaan yang digunakan dalam studi tertentu (Tang et al., 2015).

Modifikasi granula pati dapat mengubah ukuran, bentuk, dan struktur. Modifikasi dapat menghasilkan morfologi granula pati. Granula pati perubahan bentuk menjadi lebih bulat setelah modifikasi dengan. Proses yang dapat memecah dan mengubah granula pati, menghasilkan perubahan yang terlihat. Namun, penting bahwa dampak modifikasi dengan pati dapat dipengaruhi oleh berbagai termasuk jenis pati. Sehingga dalam modifikasi yang menghasilkan terbaik terdapat pada modifikasi (2020).



Gambar 3. Granula Sorghum tanpa modifikasi



Gambar 4. Granula Sorghum termodifikasi

Granula pati memiliki beragam bentuk (bulat, oval, lenticular, poligonal) dan ukuran (diameter 2–100 μ m) yang sifatnya spesifik species. Umumnya, granula pati sereal lebih kecil dari pati umbi-umbian dan kacang-kacangan (Liu, 2005). Amilosa dan amilopektin adalah polisakarida utama penyusun pati. Pengamatan granula dengan mikroskop cahaya polarisasi memperlihatkan persilangan birefringence yang tampak sebagai perpotongan dua pita (persilangan Maltese), mengindikasikan pengaturan amilosa–amilopektin secara radial membentuk karakter semi kristalin. Struktur granula tergantung pada interaksi amilosa dan amilopektin melalui ikatan hidrogen inter-molekuler. Interaksi yang kuat, banyak dan teratur membentuk daerah kristalin dan jika sebaliknya akan menghasilkan daerah amorfis (Liu, 2005). Birefringence sendiri terbentuk karena perbedaan pola refraksi cahaya dari daerah kristalit dan amorf (Liu, 2005; Czukor et al., 2001). Bagian kristalin dibentuk oleh rantai cabang amilopektin berukuran pendek yang tersusun dalam bentuk klaster dan amilosa, sementara bagian amorfis dibentuk oleh titik percabangan (ikatan α -1,6)

amilopektin, amilopektin rantai panjang dan amilosa (Czukur et al., 2001; Liu, 2005; Roder et al., 2005)

Penataan-ulang struktur pada granula pati termodifikasi dapat diamati secara sederhana dengan melihat morfologinya di bawah mikroskop cahaya. Gambar diatas menunjukkan bahwa granula pati tersebut berbentuk bulat tak beraturan dengan ukuran yang tidak seragam baik untuk pati yang tidak dimodifikasi (kontrol) maupun yang telah dimodifikasi. Hal ni senada dengan hasil pengamatan granula pati dengan SEM oleh Zhang dan Jin (2011) serta Dome et al. (2020), yaitu granula pati memiliki bentuk polyhedral dengan ukuran yang tidak seragam. Secara umum, granula pati termodifikasi memiliki kemampuan untuk meneruskanchahaya dibandingkan granula pati tanpa modifikasi. Cahaya yang diteruskan tersebut terlihat sebagai bulatan putih terang di bagian tengah granula pati termodifikasi. Selain itu, di sekitar bulatan putih terang tersebut terlihat ada lapisan- lapisan baru yang terbentuk. Hal tersebut membuktikan terjadinya penataan- ulang struktur kristalin pada granula pati termodifikasi.

Ukuran granula pati jagung pulut dan pati sorgum termodifikasi

Pati Jagung pulut	Ukuran	Pati Sorgum	Ukuran
U1	122 Pixels	U1	227 Pixels
U2	186 Pixels	U2	168 Pixels

U3	116 Pixels	U3	154 Pixels
----	------------	----	------------

Ukuran granula pati jagung pulut dan pati sorgum tanpa modifikasi

Pati Jagung pulut	Ukuran	Pati Sorgum	Ukuran
U1	145 Pixels	U1	147 Pixels
U2	169 Pixels	U2	161 Pixels
U3	206 Pixels	U3	171 Pixels

Pati tanpa modifikasi adalah pati yang tidak mengalami perubahan struktur atau sifat fisikokimia melalui proses modifikasi. Dalam hal ukuran granula, pati tanpa modifikasi biasanya memiliki ukuran granula yang lebih besar dan tidak homogen dibandingkan pati yang termodifikasi.

Pati tanpa modifikasi, seperti pati sorgum, memiliki ukuran granula yang berbeda-beda, dengan ukuran rata-rata 3-8 μm sedangkan Pati jagung memiliki ukuran 2 μm – 30 μm dengan bentuk polyhedral dan spherical. Pati tanpa modifikasi juga memiliki struktur granula yang lebih tidak homogen dan lebih mudah rusak dibandingkan pati yang termodifikasi.

Uji Visikositas

Viskositas adalah ukuran kekentalan suatu bahan pangan. Viskositas merupakan pernyataan 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). Berikut hasil uji Viskositas terhadap pati jagung pulut dan sorgum:

Sorgum	Nilai Viskositas (mPas)
U1	195 (<i>mPa'S</i>)
U2	202 (<i>mPa'S</i>)
U3	211 (<i>mPa'S</i>)

KESIMPULAN

Pati jagung pulut dan pati sorgum adalah dua jenis pati yang memiliki perbedaan dalam sifat fisik dan kimia. Modifikasi pati dengan metode microwave-cooling dapat mempengaruhi ukuran granula pati. Pati jagung pulut memiliki ukuran granula yang lebih besar dibandingkan pati sorgum. Modifikasi pati jagung pulut dengan metode microwave-cooling meningkatkan ukuran granula pati. Pati sorgum, sebaliknya, memiliki ukuran granula yang lebih kecil. Modifikasi pati sorgum dengan metode microwave-cooling dapat meningkatkan ukuran granula pati, tetapi tidak sebesar pati jagung pulut.

DAFTAR PUSTAKA

A Adeltrudis Adelsa Danimayostu, Nilna Maya Shofiana, Dahlia Permatasari (2017) Pengaruh Penggunaan Penggunaan Pati Kentang (*Solanum tuberosum*) Termodifikasi Asetilasi Oksidasi sebagai

Gelling agent terhadap Stabilitas Gel Natrium Diklofenak Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya Indonesia.

Aini, Nur, Gunawan Wijonarko, and Budi Sustriawan. "Sifat fisik, kimia, dan fungsional tepung jagung yang diproses melalui fermentasi." *Agritech* 36.2 (2016):160-169.

Ariyantoro, A. R., Rachmawanti, D., & Ikarini, I. (2016). Karakteristik Fisikokimia Tepung Koro Pedang Termodifikasi Dengan Variasi Konsentrasi Asam Laktat dan Lama Perendaman [Physicochemical Characteristic of Modified Jack Bean Flour with Various Lactic Acid Concentration and Soaking Time]. *Agritech*, 36(1), 1–6.

Dewi Hiasinta Tarigan¹, T. Irmansyah, Edison Purba (2013) PENGARUH WAKTU PENYIANGAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BEBERAPA VARIETAS SORGUM (*Sorgum bicolor* (L.) Moench) Program Studi Agoekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan

Faridha Arinachaque, Agus Suyanto, Wikanastri Hersoelistyorini (2023) Karakteristik Fisik Dan Sensoris Mi Basah Tepung Beras Menir Termodifikasi Dengan Penambahan Xanthan Gum Program Studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Semarang

Fitriyah, N. (2019). Respon Pertumbuhan dan Produksi Jagung Pulut Lokal (*Zea mays ceratina*. L) pada Kondisi Cekaman

- Kering dan Nitrogen Rendah. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendikia*, 4(2), 74–77.
- FoodData Central. (2021). Corn, white, glutinous raw. United States Department of Agriculture. Diakses pada 10 Mei 2023, dari <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html/food-details/171929/nutrients>
- Lee, H.K., Lim, K.H., Kim, Y.K., & Kim, J.S. (2020). Development of drug delivery system using maize waxy corn starch. *Journal of Pharmaceutical Investigation*, 50(5), 579–586
- Muhammad Fadhilillah, Safri Ishmayana, Idar Idar, Soetijoso Soemitro, T. S. (2015). Perubahan Sifat Fisikokimia Tepung Sorgum Setelah Hidrolisis.
- Nur Kholifah, Iffah Muflihati, Enny Purwati Nurlaili (2018) Modifikasi Pati Jagung Melalui Reaksi Oksidasi Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Dan Sinar Ultraviolet-C (UV-C)
- Nur Pratiwi Rasyid, Asniwati Zainuddin (2018) PEMANFAATAN PATI JAGUNG TERMODIFIKASI TEKNIK MICROWAVE PADA MIE JAGUNG Pertanian Universitas Ichsan Gorontalo
- Palijama, Syane, Rachel Breemer, and Miranda Topurmera. "Karakteristik kimia dan fisik bubuk instan berbahan dasar tepung jagung pulut dan tepung kacang merah." *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian* 9.1 (2020): 20-27.
- 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.
- Ramlan Asbar, Sugiyono, Bambang Haryanto (2014) Peningkatan Pati Resisten Tipe III Pada Tepung Singkong Modifikasi (Mocaf) Dengan Perlakuan Pemanasan-pendinginan Berulang Dan Aplikasinya Pada Pembuatan Mie Kering. Institut Pertanian Bogor
- Suarni, dan Subagio, H. (2013). Prospek pengembangan jagung dan sorgum sebagai sumber pangan fungsional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 32 (3): 47-55
- Suarni. 2016. Peraanalan sifat fisikokimia sorgum dalam diversifikasi pangan dan industry serta prospek pengembangannya. *J Litbang Pertanian* 35: 99-110,
- Taylor, J. R. N., dan Duodu, K. G. (2019). *Sorghum and millets: chemistry, technology, and nutritional attributes*. Woodhead Publishing : AACC International.
- Wibowo, H. D. W. A. (2016). Ketahanan pati terhadap suhu rendah (Freeze Thaw Stability) untuk pati sorgum yang dimodifikasi secara asetilasi yaitu 1,95% sedangkan untuk pati sorgum tanpa asetilasi sebesar 1,07%. *Momentum*, 12(1), 26–29.
- Wu, X. Y., Li, X. Q., Li, J., Chen, H.X., & Zhang, B. (2014). Influence of waxy corn starch on the stability of β - carotene nanoemulsions. *Food Hydrocolloids*, 38, 51-57.

- Zailani, M. A., Kamilah, H., Husaini, A., & Sarbini, S. R. (2021). Physicochemical properties of microwave heated sago (Metroxylon sagu) starch. *CYTA - Journal of Food*, 19(1), 596–605.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1934550>
- Zhang, H. (2014). Structural and physicochemical properties of corn starch modified by *Saccharomyces cerevisiae* fermentation. *Food Hydrocolloids*, 36, 336-342
- Zhu, K., Zhao, X., & Qian, H. (2020). Physicochemical properties of lotus rhizome starch modified by *Saccharomyces cerevisiae* fermentation. *Food Chemistry*, 310, 125930.