

MODIFIKASI TEPUNG JAGUNG PULUT DAN SORGUM DENGAN METODE HMT (*Heat Moisture Treatment*)

MODIFICATION OF WAXY CORN FLOUR AND SORGHUM WITH THE HMT (Heat Moisture Treatment) METHOD

Widya Rahmawaty Saman^{1*}, Lisna Ahmad²⁾, Muhammad Isra³⁾, Febriyanti Ngadi⁴⁾,
Anisa Djama⁵⁾, Firman Datau⁶⁾, Sandrina Izhathuljannah Zilanya Junus⁷⁾, Hilma A.
Jenggu⁸⁾, Nabila Y. Usman⁹⁾, Neneng Puspita Sari¹⁰⁾, Alwi Pratama Putra Marwan¹¹⁾

¹⁻¹¹Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Negeri Gorontalo

*Penulis Korespondensi : widya.rahmawaty@ung.ac.id

ABSTRACT

This research aims to differentiate between waxy corn starch and sorghum starch using the HMT method. The test parameters used are: granule size, viscosity, Swelling Power, solubility, and freeze stability. The average granule sizes obtained are as follows: sorghum starch 159 pixels (before modification) and 193 pixels (after modification); corn starch 173 pixels (before modification) and 207 pixels (after modification). Each was observed using a microscope with a magnification of 40 x10. Based on the viscosity test results, the average values obtained are: waxy corn starch 246 mPas (before modification) and 208 mPas (after modification); sorghum starch 178 mPas (before modification) and 207 mPas (after modification). Based on the swelling test, the values obtained are: waxy corn 5.1211 g (before modification) and 4.3213 g (after modification); sorghum starch 7.2912 g (before modification) and 6.7189 g (after modification). Based on the solubility test, the values obtained are: waxy corn 4.4% (before modification) and 3.7% (after modification); sorghum 3.9% (before modification) and 3.1% (after modification).

Keywords: Starch, Pulut Corn, Sorghum, Physical Modification, HMT

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membedakan pati jagung pulut dan pati sorgum yang dilakukan dengan metode HMT. Parameter uji yang digunakan yaitu: ukuran granula, viskositas, Swelling Power, kelarutan, freeze stability. Nilai rata-rata ukuran granula yang dihasilkan yaitu : Pati sorgum sebesar 159 pixels (sebelum modifikasi) dan 193 pixels (setelah modifikasi). Pada pati jagung 173 pixels (sebelum modifikasi), dan 207 pixels (setelah modifikasi). Masing-masing dilihat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x10. Berdasarkan hasil uji Viskositas nilai rata-rata yang di hasilkan yaitu : Pati jagung pulut sebesar 246 mPas (sebelum modifikasi) dan 208 mPas (setelah modifikasi). Pada pati sorgum sebesar 178 mPs (sebelum modifikasi) dan 207 mPas (setelah modifikasi). Berdasarkan uji swelling nilai yang dihasilkan yaitu: jagung pulut sebesar 5,1211 gr (sebelum modifikasi) dan 4,3213 (setelah modifikasi) dan pada pati sorgum yaitu 7,2912 gr (sebelum modifikasi) dan 6,7189 gr (setelah modifikasi). Berdasarkan uji kelarutan nilai yang dihasilkan yaitu: Jagung pulut sebesar 4,4% (sebelum modifikasi) dan 3,7% (setelah modifikasi). Sorgum sebesar 3,9% (sebelum modifikasi) dan 3,1% (setelah modifikasi).

Kata Kunci: Pati, Jagung Pulut, Sorgum, Modifikasi Fisik, HMT

PENDAHULUAN

Pati adalah salah satu eksipien farmasetik yang sering digunakan karena merupakan produk alami dengan proses minimal dan hampir memenuhi semua kriteria eksipien yang baik, seperti tidak beracun, tidak berbau, murah, dan tersedia dalam jumlah besar. Namun, pati alami yang belum dimodifikasi masih memiliki beberapa keterbatasan fisikokimia, seperti viskositas rendah, kelarutan rendah, tidak larut dalam air dingin, tidak tahan asam, terlalu lengket, kurang jernih, tidak tahan panas, kekuatan pengembangan rendah, dan membentuk pasta yang tidak merata saat dipanaskan. Sifat-sifat fisikokimia ini dapat ditingkatkan melalui modifikasi pati (Suga, 2020). Terdapat berbagai metode untuk memodifikasi pati, yaitu secara fisik, kimia, dan enzimatis. Di antara ketiga metode tersebut, modifikasi fisik dengan menggunakan panas lembab atau HMT (*Heat Moisture Treatment*) dianggap paling efisien untuk diterapkan. Metode ini tergolong murah dan aman karena tidak melibatkan penggunaan bahan kimia sehingga tidak meninggalkan residu

(Kaur et al., 2021). Modifikasi pati dengan metode HMT merupakan modifikasi fisik yang dilakukan pada granula pati dengan kadar air yang diatur hingga mencapai 28% (Riwayati et al., 2020). Oleh karena itu, dalam praktikum ini dilakukan modifikasi fisik pada tepung jagung pulut dan tepung sorgum menggunakan metode HMT (*Heat Moisture Treatment*).

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk mengetahui perbedaan tepung pati jagung pulut dan pati sorgum sebelum dan setelah di modifikasi dengan metode HMT (*Heat Moisture Treatment*).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu : Wadah, wadah aluminium, gelas beaker, oven, ayakan 80-100 mesh, spatula, wadah aluminium, desikator, timbangan, viscometer. Bahan yang digunakan yaitu: Jagung pulut, sorgum, aquadest, NaOH.

Tahapan Penelitian

Pembuatan Pati

Proses pembuatan tepung jagung diawali dengan penggilingan jagung dan sorgum, pengayakan 80 mesh, perendaman dalam NaOH dan aquadest selama 1x24 jam, kemudian di oven pada suhu 60°C selama 1x24 jam. Setelah itu blender dan ayak pada ayakan 80 mesh.

Modifikasi Pati Jagung Pulut dan Sorgum dengan Metode HMT

Modifikasi pati jagung dengan metode HMT diawali dengan mengatur kadar air pati hingga mencapai 28%, kemudian ditempatkan pada wadah aluminium. Setelah itu wadah yang berisi sampel di simpan dalam refrigador selama satu malam untuk menyeimbangkan kadar air dalam sampel pati. Setelah satu malam, wadah yang berisi sampel dipanaskan didalam oven bersuhu 100°C selama 3 jam. Setelah 3 jam, wadah di dinginkan pada suhu ruang, pati yang telah kering di blender kemudian di ayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh.

Parameter Uji

Viskositas

Uji viskositas dilakukan pada masing-masing tepung timbang

sebanyak 100 gram, dimasukkan ke dalam gelas beaker 250ml. Tambahkan aquadest sebanyak 200 ml atau 1:2. dengan rotor yang digunakan nomor 2. Pengujian dilakukan replikasi sebanyak tiga kali.

Ukuran Granula

Timbang sebanyak 100gr untuk uji kerapuhan pada grabuk tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam ayakan bertumpuk dan di putar sebanyak 10 kali kemudian timbang banyak granul yang jatuh kemudian hitung presentase kerapuhan granul tersebut. Semakin kecil presentase kerapuhan granul maka granul yang dihasilkan semakin baik.

Swelling Power dan Kelarutan

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 (Saman et al., 2019):

$$\text{Swelling power (\%)} = \frac{(d - c)}{\text{berat sampel (g)} \times (100 - \% \text{kelarutan})} \times 100\%$$

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{(b-a) \times 50 \text{ ml}}{0,5 \text{ g} \times 30 \text{ ml}} \times 100\%$$

Ket:

SP = *Swelling power*

a = berat awal cawan petri

b = berat akhir cawan petri

c = berat awal erlenmeyer

d = berat akhir erlenmeyer

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 (Saman et al., 2019)

$$\text{Sineresis (\%)} = \frac{\text{separated liquid (g)}}{\text{total sample weight (g)}} \times 100\%$$

Penyajian Data

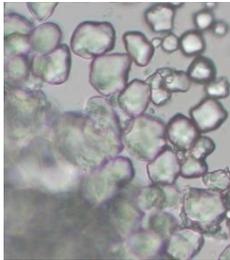
Pada penelitian ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian ukuran granula, swelling power, kelarutan, Freeze-Thaw stability, viskositas dari modifikasi fisik dengan menggunakan metode Hidrolisis Asam dan dianalisis menggunakan analisis deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

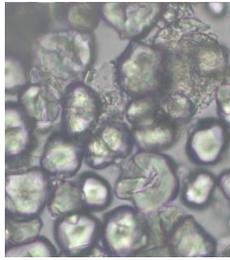
Ukuran Granula

Ukuran granula dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop, baik yang sederhana maupun yang canggih. Dalam penelitian ini, bentuk granula diamati dengan menggunakan

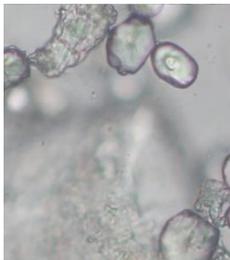
alat mikroskop. Hasil pati sebelum dimodifikasi dan setelah modifikasi dapat dilihat pada gambar berikut:



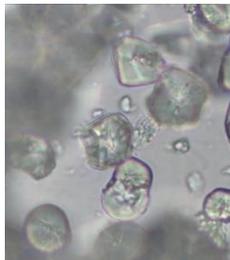
Gambar 1.
Granula sorgum
sebelum
modifikasi



Gambar 2.
Granula sorgum
setelah
modifikasi



Gambar 3.
Granula jagung
pulut sebelum
modifikasi



Gambar 4.
Granula jagung
pulut setelah
modifikasi

Berdasarkan gambar 1. Pati sorgum alami menunjukkan nilai rata-rata sebesar 159 pixels. Pada gambar 2. sorgum setelah dimodifikasi dengan rata-rata 193 pixels dengan perbesaran 40×10 . Pada gambar 3. Pati jagung pulut sebelum dimodifikasi menunjukkan nilai rata-rata sebesar 173 pixels, dan pada gambar 4. Pati jagung pulut setelah dimodifikasi dengan rata-rata 207 pixels. Dapat dilihat bahwa pati

sebelum di modifikasi dan setelah dimodifikasi berbeda nyata.

Pati sorgum dalam kondisi alaminya terdiri dari struktur molekul amilosa dan amilopektin yang terorganisir dalam rantai panjang. Granula pati sorgum ini menunjukkan variasi dalam ukuran dan bentuk, tergantung pada varietas sorgumnya. Dibandingkan dengan pati dari sumber karbohidrat lain, granula pati sorgum cenderung lebih kecil dan lebih padat. Ketika granula pati sorgum dimodifikasi, mereka mengalami pembengkakan dan cenderung memiliki rongga yang lebih besar, yang mengakibatkan penguapan air yang lebih mudah. Fenomena ini terjadi karena air yang terikat dalam pati menguap pada suhu tinggi (Agustiani, 2020).

Pemanasan pada suhu yang semakin tinggi dapat menyebabkan penguapan air bebas dan air yang terikat dalam bahan secara berlebih, sehingga mengakibatkan penurunan kadar air pada tepung jagung pulut dan tepung sorgum. Menurut Garnida (2019), suhu tinggi dalam metode HMT (Heat Moisture Treatment) cenderung mengakibatkan kadar air pati menjadi lebih rendah

dibandingkan dengan pati dalam kondisi alaminya.

Viskositas

Pengujian viskositas pati bertujuan untuk mengukur tingkat kekentalan atau ketahanan alir dari larutan pati. Viskositas ini merupakan sifat kritis dari pati yang mempengaruhi

berbagai karakteristik serta aplikasinya dalam berbagai industri (Widiyatun et al., 2019). Berikut disajikan tabel hasil pengujian viskositas pati sorgum dan pati jagung pulut sebelum dan sesudah dimodifikasi.

Tabel 1. Hasil uji viskositas pati sebelum dan sesudah dimodifikasi

Pati	Belum Modifikasi	Pati	Sesudah Modifikasi
Jagung Pulut	246 mPas	Jagung Pulut	208 mPas
Sorgum	178 mPas	Sorgum	207 mPas

Berdasarkan hasil uji viskositas terhadap pati jagung pulut dan pati sorgum sebelum dan sesudah dimodifikasi, didapatkan nilai dari pati jagung pulut sebelum dimodifikasi yaitu sebesar 246 mPas, kemudian setelah dimodifikasi menunjukkan penurunan nilai viskositas menjadi 208 mPas. Pada pati sorgum sebelum dimodifikasi memiliki nilai sebesar 178 mPas, kemudian setelah dimodifikasi mengalami kenaikan yaitu 207 mPas. Hal ini diduga dipengaruhi oleh gelatinisasi pati.

Proses penambahan air pada pati yang menyebabkan granula pati mengembang dan pecah, sehingga pati larut dalam air dan membentuk

larutan kental. Pada suhu rendah, gelatinisasi pati jagung pulut terjadi secara perlahan. Hal ini menyebabkan viskositas larutan pati jagung pulut rendah pada awal pengukuran. Seiring dengan meningkatnya suhu, gelatinisasi pati jagung pulut semakin cepat dan viskositas larutannya pun meningkat. Namun, pada suhu yang terlalu tinggi, gelatinisasi pati dapat menyebabkan degradasi rantai pati, yang berakibat pada penurunan viskositas. Kehadiran senyawa lain dalam larutan pati jagung pulut, seperti protein, lemak, dan serat, dapat mempengaruhi viskositas larutan. Senyawa-senyawa ini dapat berinteraksi dengan molekul pati dan mengubah struktur larutan, sehingga

viskositasnya pun berubah (Haristha, 2020)

Pati sorgum memiliki struktur yang berbeda dengan pati jagung atau gandum. Rantai pati sorgum lebih pendek dan memiliki lebih sedikit cabang dibandingkan dengan pati jagung atau gandum. Perbedaan struktur ini dapat menyebabkan viskositas larutan pati sorgum lebih rendah dibandingkan dengan pati jagung atau gandum. Kehadiran senyawa lain dalam larutan pati sorgum, seperti protein, lemak, dan serat, dapat mempengaruhi viskositas

larutan. Senyawa-senyawa ini dapat berinteraksi dengan molekul pati dan mengubah struktur larutan, sehingga viskositasnya pun berubah (Lukman et al., 2021).

Swelling Power

Swelling power (SP) merupakan parameter yang penting untuk mengetahui perilaku mikro-partikel yang dihasilkan dalam proses pelepasan zat aktif yang dikandungnya (Lestari, 2022). Berikut adalah tabel hasil uji Swelling Power:

Tabel 2. Hasil uji Swelling Power

Pati	Sebelum modifikasi (g/g)	Setelah modifikasi (g/g)
Jagung Pulut	5,1211 gr	4,3213 gr
Sorgum	7,2912 gr	6,7189 gr

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai swelling power pada pati yang termodifikasi mengalami penurunan dibandingkan pati murni atau pati yang belum termodifikasi, hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh tingginya suhu yang digunakan selama proses pemanasan menggunakan *Heat Moisture Treatment*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sunyoto et al., 2016) yang menyatakan bahwa tingginya suhu

yang digunakan dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan interaksi amilosa dan amilopektin sehingga terjadi perubahan susunan kristalin pati dan membentuk ikatan amilosa-lipid yang kompleks sehingga menyebabkan nilai swelling power menurun. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Haryani, dkk. (2015) yang menyatakan bahwa hilangnya formasi heliks ganda molekul pati dan terjadi peningkatan interaksi antara molekul

pada pati serta terbentuknya kompleks amilosa-lipid dapat mempengaruhi penurunan daya kembang pati.

Kelarutan

Kelarutan merupakan keadaan suatu senyawa baik padat, cair,

ataupun gas yang terlarut dalam padatan, cairan, atau gas yang akan membentuk larutan homogen. Kelarutan tersebut bergantung pada pelarut yang digunakan serta suhu dan tekanan (Lachman, 2015).

Tabel 3. Hasil Uji Kelarutan

Pati	Sebelum modifikasi	Sesudah modifikasi
T. Jagung Pulut	4,395	3,674
T. Sorgum	3,839	3,152

Berdasarkan tabel hasil uji dapat diketahui bahwa nilai kelarutan pada pati yang termodifikasi mengalami penurunan dibandingkan dengan pati yang belum termodifikasi. Hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu yang digunakan saat proses modifikasi HMT maka nilai kelarutannya semakin rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Dudu et al., 2019 dalam Rahayu et al., 2023) yang menyatakan bahwa penurunan nilai kelarutan atau solubility dengan perlakuan HMT berkaitan dengan penguatan interaksi amilopektin-

amilosa pati yang ada dalam tepung jagung dan tepung sorgum.

Inhibisi air selama modifikasi HMT juga dapat menyebabkan penurunan kelarutan pati karena adanya pengaturan kembali molekul amilosa dan amilopektin dalam granula pati yang berdampak pada terjadinya perubahan sifat fisikokimia pati. Perubahan struktur pati menyebabkan hilangnya gugus hidroksil bebas yang menjadikan kelarutan turun (Setiyoko et al., 2018).

Freeze Stability

Tabel 4. Hasil uji Freeze Stability

Pati	Sebelum (% sineresis)	Sesudah (% sineresis)
Jagung Pulut	39%	40%

Sorgum	0,5%	36%
--------	------	-----

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai stability pada pati yang termodifikasi mengalami kenaikan dibandingkan pati yang belum termodifikasi. Hal ini terjadi karena perlakuan HMT dapat meningkatkan ikatan silang diantara rantai pati terutama pada fraksi amilosa sehingga meningkatkan viskositas setback. Pengikatan kembali molekul-molekul amilosa tersebut menyebabkan terjadinya sineresis (Sunyoto et al., 2016). Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Fetriyuna, (2016) yang menyatakan bahwa kecenderungan peningkatan nilai freeze-thaw stability menunjukkan pati lebih mudah mengalami sineresis.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian perbedaan tepung pati jagung pulut dan pati sorgum sebelum dan setelah di modifikasi dengan metode HMT (*Heat Moisture Treatment*) didapatkan kesimpulan bahwa di setiap parameter uji sebelum dan setelah dimodifikasi menunjukkan perbedaan yang berbeda nyata. Dari hasil penelitian ini dapat di simpulkan

bahwa Modifikasi tepung jagung pulut dan sorgum menggunakan metode HMT berhasil meningkatkan karakteristik fisikokimia dan fungsional, sehingga berpotensi untuk diaplikasikan dalam berbagai produk pangan yang lebih luas

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, Riwayati, I., & Maharini, F. 2015. Modifikasi tepung sukun (*Artocarpus altilis*) menggunakan metode heat moisture treatment (HMT) dengan variabel suhu dan lama waktu perlakuan. *Inovasi Teknik Kimia*, 3(2), 41–47.
- Anandika Lestari, O., Kusnandar, F., & Sri Palupi, N. 2015. Pengaruh Heat Moisture Treated (HMT) Terhadap Profil Gelatinisasi TEPUNG JAGUNG Heat Moisture Treated (HMT) Influence on Corn Flour Gelatinization Profiles. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 16(1), 75–80.
- Garnida, Y. 2019. Modifikasi Tepung Ganyong (*Canna Edulis Kerr.*) Metode Heat Moisture Treatment Pada Suhu Dan Waktu Pemanasan Berbeda Dan Aplikasi Tepung Pada Pembuatan Cookies. *Pasundan Food Technology Journal*, 6(1), 65.
<https://doi.org/10.23969/pftj.v6i1.1508>
- Haristha, W. 2020. Studi laboratorium awal penggunaan pati jagung sebagai bahan

- alternatif polimer untuk injeksi kimia. *Tugas Akhir*. <https://repository.uir.ac.id/17530/1/143210707.pdf>
- Lestari, A. D. N. 2022. Kelarutan dan Swelling Power Mikrokapsul β -Karoten Terenkapsulasi dalam Matriks Pati-Kitosan Terikat Silang Ion Tripolifosfat. *Jurnal Natural*, 18(2), 75–83. <https://doi.org/10.30862/jn.v18i2.184>
- Lukman, A., Anggraini, D., & Rahmawati, N. 2021. Pembuatan dan Uji Sifat Fisikokimia Pati Beras Ketan Kampar yang Dipragelatinasi. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 1(2), 67–71.
- Mulyani, A., & Sarwani, M. 2013. Karakteristik dan Potensi Lahan Sub Optimal untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Lahan*, 7(1), 47–55.
- Rahayu, R., Haryani, S., & Yuliani, S. (2023). Perbandingan Pati Modifikasi Heat Moisture Treatment, Asetilasi dan Kombinasi Ganda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(3), 394–401.
- Rahayu Sakinah, A., & Sunan Kurniawansyah, I. 2018. Isolasi, Karakterisasi Sifat Fisikokimia, dan Aplikasi Pati Jagung Dalam Bidang Farmasetik. *Farmaka*, 4(2), 430–442.
- Riwayati, I., Anam, A. C., & Maharani, F. 2020. Pengaruh Suhu Dan Waktu Proses Modifikasi Heat Moisture Treatment (Hmt) Pada Tepung Kulit Singkong Terhadap Sifat Kelarutan Dan Swelling Power. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(1), 50–55. <https://doi.org/10.31942/inteka.v5i1.3402>
- Saman, W.R., Yuliasih, Y., Sugiarto. Physicochemical Characteristic and Functional Properties of White Sweet Potato Starch. *Internasional Journal of Engineering and Management Research*, 9(3): 53 - 57.
- Setiyoko, A., Nugraeni, N., & ... 2018. Optimasi Suhu Pemanasan Dan Kadar Air Pada Proses Produksi Tepung Bengkuang Termodifikasi Dengan Teknik Heat Moisture *Seminar ...*, April, 8–14. http://ejurnal.mercubuana-yogya.ac.id/index.php/Prosiding_IPPL/article/view/699
- Sunyoto, M., R. Andoyo, H. Radiani A., & Micelle C.T. 2016. Kajian Sifat Fungsional Pati Ubi Jalar Melalui Perlakuan Modifikasi Heat Moisture Treatment Sebagai Sediaan Pangan Darurat. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 5(2), 808–816.
- Wahyu, A., Siwi, N., & Nugraheni, M. 2019. Pemanfaatan Tepung Dan Beras Jagung Dalam Pembuatan Corn Bowl Sebagai Makanan Sepinggalan. *Journal UNY*.
- Widiyatun, F., Selvia, N., & Dwitiyanti, N. 2019. String (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi) Analisis Viskositas, Massa Jenis, Dan Kekeruhan Minyak Goreng Curah Bekas Pakai. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 4(1), 25–30.