

MODIFIKASI DAN KARAKTERISASI SIFAT FISIKOKIMIA TEPUNG LABU KUNING (*Cucurbita moschata* durch) MENGGUNAKAN METODE HMT (*Heat moisture treatment*)

[*Modification and Characterization of the Physicochemical Properties of Pumpkin Flour (*Cucurbita moschata* Durch) Using the Heat Moisture Treatment (HMT) Method*]

Isra¹, Muh Zakir Muzakkar², Mariani L¹

¹Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo, Kendari

²Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kendari

*Email: isragvz28@gmail.com (Telp: +6285215518553)

Diterima tanggal 26 Juni 2024

Disetujui tanggal 6 Februari 2025

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of modification temperature using Heat Moisture Treatment (HMT) on pumpkin flour (*Cucurbita moschata* Durch). A Completely Randomized Design (CRD) was applied, consisting of four temperature treatments: M0 (without HMT), M1 (80°C), M2 (90°C), M3 (100°C), and M4 (110°C). The data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA), followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 95% confidence level if a significant effect was observed. The results indicated that the M1 treatment (80°C) was the optimal treatment, yielding a swelling power of 10.16 g/g, water solubility index of 41.07%, viscosity of 6.78 cP, moisture content of 12.57% (wet basis), and color value L^* of 53.1. The starch granules remained round, uniform, and homogeneous. The baking expansion reached 402.33 ml/g, beta-carotene activity was measured at 7.42 µg/g (moderate), and antioxidant activity was 92.57 ppm (strong). The moisture content met the Indonesian National Standard (SNI) 1902:2016.

Keywords: beta carotene, HMT, pumpkin.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu modifikasi dengan menggunakan HMT (*Heat Moisture Treatment*) terhadap tepung labu kuning (*Cucurbita moschata* Durch). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 4 perlakuan suhu yaitu M0 (tanpa HMT), M1 (80°C), M2 (90°C), M3 (100°C), M4 (110°C). Analisis yang digunakan yaitu analisis ovarian (ANOVA) jika berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT taraf kepercayaan 0,05%. Hasil penelitian pada perlakuan M1 (suhu 80°C) merupakan perlakuan terbaik dengan nilai *swelling power* 10.16 g/g, Indeks kelarutan air 41.07 %, viskositas 6.78 cP, kadar air 12.57 %bb warna L 53,1, Granula Pati mempunyai bentuk yang masih tampak bulat beraturan serta homogen, *Baking Expansion* 402.33 ml/g, aktivitas beta karoten memiliki nilai 7.42 µg/g (sedang) dan aktifitas antioksidan memiliki nilai 92.57ppm (kuat). Kadar air sesuai dengan SNI 1902:2016.

Kata kunci: Beta Karoten, HMT, labu kuning.

PENDAHULUAN

Labu kuning tergolong jenis tanaman semusim sebab setelah selesai berbuah tanaman ini akan mati. Oleh karena itu tanaman labu di kalangan masyarakat sering di jadikan tanaman tumpangsari. Menurut Data Badan Pusat Statistik menunjukkan hasil rata-rata produksi labu kuning seluruh Indonesia berkisar antara 20-21 ton per hektar, sedangkan konsumsi labu kuning di Indonesia masih sangat rendah, yakni kurang dari 5 kg

per kapita per tahun (Statistik, 2012). 100 gram labu kuning mengandung energi 29 kkal, kadar air 91.20 g, protein 1.10 g, lemak 0.30 g, karbohidrat 6.60 g, kalsium 45 mg, fosfor 64 mg, besi 1.40 mg, vitamin A 54.05 RE, vitamin B1 0.08 mg, vitamin C 52 mg. Kandungan serat yang terdapat dalam buah labu kuning segar sebesar 1.10 % (Purba, 2008). Warna kuning atau oranye daging buah labu kuning pertanda kandungan karotenoidnya atau provitamin A sangat tinggi yang baik untuk kesehatan, kadar beta karoten daging buah labu kuning segar adalah 19,9 mg/100 g (Ranonto *et al.*, 2015). Dengan demikian untuk meningkatkan nilai tambah dan daya simpan labu kuning perlu diolah menjadi suatu produk yang lebih tahan lama dan praktis dalam pengolahan bahan pangan seperti pembuatan tepung.

Tepung labu kuning memiliki cita rasa manis dan mengandung serat pangan (Aziah *et al.*, 2011). Tepung labu kuning berbentuk bubuk halus yang lolos ayakan 80 mesh, berwarna kuning dan berbau khas labu kuning (Susilawati *et al.*, 2013). Pengolahan buah labu kuning menjadi tepung akan memperpanjang umur simpan, dan memberikan nilai tambah terhadap labu kuning itu sendiri, sehingga dapat di aplikasikan lebih luas pada berbagai jenis makanan (Kristiani, 2016). Kualitas tepung labu kuning sangat mempengaruhi dalam pembuatan suatu produk sehingga mempengaruhi dalam pengaplikasiannya sehingga perlu dilakukan modifikasi secara fisik. Salah satu modifikasi secara fisik yang murah dan mudah diperoleh adalah dengan menggunakan metode panas lembab atau HMT (*Heat Moisture Treatment*).

HMT didefinisikan sebagai metode modifikasi tepung yang dilakukan secara fisik yang melibatkan perlakuan panas dan pengaturan kadar air (Collado dan Corke, 1999). Pemanasan yang dilakukan pada metode HMT dilakukan di atas suhu gelatinisasi tepung (80-120 derajat celcius) namun pada kadar air yang terbatas (<35%) dengan waktu tertentu. Metode modifikasi ini paling efisien untuk diterapkan dibandingkan dengan metode yang lain, karena murah dan aman serta tidak menggunakan bahan kimia dalam aplikasinya, produk yang dihasilkan lebih aman dan tidak meninggalkan residu (Gunaratne dan Hoover, 2002). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fetriyuna *et al.* (2016) disimpulkan bahwa lama modifikasi HMT memberikan perubahan yang beragam terhadap sifat fungsional pati Talas Banten termodifikasi HMT. Pati Talas Banten mengalami penurunan nilai swelling power dan peningkatan solubility.

Tepung labu kuning termodifikasi HMT bertujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik dari sifat sebelumnya atau untuk menghasilkan beberapa sifat yang diharapkan agar dapat memenuhi kebutuhan bahan pangan. Selain itu juga, untuk mempermudah penggunaannya dalam industri pangan, lebih stabil dalam proses pemasakan, dan memiliki tekstur yang lebih baik (Honestin, 2007). Penelitian yang sudah dilakukan oleh Fajri *et al.* (2016) menunjukkan bahwa Modifikasi HMT yang memberikan nilai organoleptik dan sifat fisiko-kimia terbaik pada tepung sagu diperoleh pada perlakuan modifikasi HMT pada suhu (110°C).

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian tentang modifikasi dan karakterisasi sifat fisikokimia tepung labu kuning (*Cucurbita moschata durch*) menggunakan metode HMT (*Heat Moisture Treatment*) diharapkan dapat memperoleh tepung labu kuning yang memiliki karakteristik fisikokimia tepung labu kuning yang baik.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan untuk pembuatan tepung labu kuning termodifikasi HMT (*Heat moisture Treatment*) dalam penelitian ini yaitu buah Labu Kuning. Bahan tambahan untuk modifikasi dan karakterisasi dalam penelitian ini yaitu larutan DPPH (Sigma), methanol (teknis), heksan (teknis), aseton (teknis).

Tahapan Penelitian

Pembuatan Tepung Labu Kuning (Lestario *et al.*, 2013)

Labu kuning yang telah disortasi, dikupas lalu dibersihkan dan dilakukan pengecilan ukuran dengan ketebalan 1cm dan lebar 4-5 cm. Setelah itu, *diblanching* dengan menggunakan air hangat dengan suhu 90°C selama 1 menit, kemudian ditiriskan untuk mengurangi air yang tertinggal. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 16 jam. Labu kuning yang telah kering lalu digiling menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Modifikasi HMT (*Heat Moisture Treatment*) (Fajri *et al.*, 2016)

Tepung labu kuning sebanyak 500 gram diatur kadar airnya sampai 25% dengan cara menyemprotkan aquades. Pati yang telah diatur kadar air 25% selanjutnya ditempatkan di dalam petridish dalam keadaan tertutup dan dilapisi aluminium foil. Tepung didiamkan dalam *refrigerator* pada suhu 5°C selama 12 jam untuk penyeragaman kadar air. Tepung lembab dipanaskan dalam oven dengan waktu pemanasan selama 4 jam pada suhu (sesuai perlakuan). Tepung diaduk setiap satu jam untuk menyeragamkan distribusi panas. Setelah didinginkan, pati termodifikasi dikeringkan selama 12 jam pada suhu 60°C, sehingga diperoleh tepung labu kuning termodifikasi HMT.

Analisis Kimia

Meliputi viskositas (Firdausi *et al.*, 2008), *swelling power* dan indeks kelarutan air (Senanayake *et al.*, 2013) dan kadar air (Association of Official Analytical Chemists, 2005).

Analisis Fisik

Meliputi, mikroskopis granula pati (Chen, 2003) *baking expansion* (Demiate *et al.*, 2000) dan uji beda warna L.

Beta Karoten

Analisis karoten dilakukan menggunakan metode spektrofotometri sampel dalam kemasan kapsul di ekstrak dengan campuran pelarut heksan : aseton (1 : 2 v/v) beberapa kali diatas mesin kocok agitasi 250 rpm

selama 2 jam hingga semua karoten terekstrak (ekstraknya tidak lagi berwarna). Ekstrak karoten yang dihasilkan di lewatkan pada natrium sulfat anhidrat untuk membebaskan air yang terikat, kemudian diuapkan pelarutnya secara vakum menggunakan rotari vakum evaporator. Ekstrak karoten selanjutnya di tepatkan volumenya dengan menggunakan gelas ukur 50 ml dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang ± 450 nm (Mappiratu, 1990). Kadar karoten dalam sampel dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$X = \frac{A \cdot Y}{E_{1\text{ cm}}^{1\%} \cdot 100}$$

Aktifitas Antioksidan

Analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH yaitu dengan membuat larutan sampel dengan konsentrasi 2, 4, dan 6 ppm. Dari masing-masing larutan diambil 2 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ke dalam masing-masing tabung reaksi, ditambahkan larutan DPPH sebanyak 1 mL. Campuran diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit. Selanjutnya absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 517 nm (Molyneux, 2004). Selanjutnya dihitung menggunakan rumus % aktivitas penghambatan DPPH.

$$\% \text{Aktivitas Antioksidan} = \frac{\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari faktor tunggal. Perlakuan menggunakan variasi suhu yaitu M1 (80°C), M2 (90°C), M3 (100°C), M4 (110°C) dengan waktu pemanasan 4 jam. Perlakuan ini diulang sebanyak 4 kali sehingga di dapatkan 16 kali percobaan.

Analisis Data

Analisis data pada penelitian dapat diperoleh dari hasil uji fisikokimia yang meliputi viskositas, *swelling power*, indeks kelarutan air, kadar air, mikroskopis granula pati, *baking expansion*, dan uji beda warna *L*. serta analisis fitokimia meliputi beta karoten dan uji antioksidan tepung labu kuning. Data hasil analisis dapat menggunakan sidik ragam (*Analysis of Varian*). kemudian hasil analisis berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan, dilanjutkan dengan menggunakan uji (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisikokimia Tepung Labu Kuning Termodifikasi (HMT)

Rekapitulasi hasil analisis ragam *Analysis Of Variant* (ANOVA) terhadap penilaian fisikokimia tepung labu kuning termodifikasi (HMT) meliputi viskositas, *swelling power*, indeks kelarutan dalam air dan kadar air disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi analisis sidik ragam Tepung labu kuning

| No | Variabel Pengamatan | Analisis Ragam |
|----|----------------------------|----------------|
| 1 | Viskositas | ** |
| 2 | <i>Swelling Power</i> | ** |
| 3 | Indeks Kelarutan Dalam Air | ** |
| 4 | Kadar Air | ** |

Keterangan : ** = Berpengaruh sangat nyata

Berdasarkan data Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai viskositas, *swelling power*, indeks kelarutan dalam air dan kadar air berpengaruh sangat nyata terhadap tepung labu kuning termodifikasi HMT.

Hasil analisis fisikokimia

Hasil analisis kimia produk tepung labu kuning termodifikasi HMT pada perlakuan M0 (Kontrol), M1 (80°C), M2 (90°C), M3 (100°C), M4 (110°C) yang meliputi nilai viskositas, nilai *swelling power*. Dan nilai indeks kelarutan air dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Fisikokimia

| Perlakuan | Viskositas (cP) | <i>Swelling Power</i> (g/g) | Indeks Kelarutan Air (%) | Kadar air (%bb) |
|----------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| M0 (tanpa HMT) | 2.89 ^d ±0.20 | 11,3 ^a ±0,56 | 30,93 ^c ±2,05 | 9.66 ^c ±0.43 |
| M1 (80°C) | 6.78 ^a ±0.49 | 10,16 ^b ±0,03 | 35,73 ^b ±0,61 | 12.57 ^a ±0.20 |
| M2 (90°C) | 4.86 ^b ±0.09 | 8,29 ^c ±0,84 | 40,27 ^b ±4,41 | 11.41 ^b ±0.10 |
| M3 (100°C) | 3.73 ^c ±0.08 | 7,15 ^d ±0,64 | 41,07 ^a ±2,66 | 7.70 ^d ±0.08 |
| M4 (110°C) | 1.71 ^e ±0.28 | 7,29 ^d ±0,24 | 40,27 ^b ±0,61 | 6.33 ^e ±0.23 |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT_{0,05} taraf kepercayaan 95%.

Viskositas

Viskositas merupakan ukuran yang menyatakan tingkat kekentalan suatu cairan atau fluida. Kekentalan adalah sifat cairan yang berhubungan erat dengan aliran yang dihasilkan. Oleh karena itu, viskositas tidak lain menentukan tingkat kecepatan suatu aliran kekentalan suatu bahan (Rahmawati, 2014). Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata viskositas perlakuan M1 (suhu pemanasan 80°C) tertinggi sebesar 6.78 cP sedangkan rerata terendah pada perlakuan M4 (suhu 110°C) sebesar 1,71 cP. Semakin tinggi suhu pemanasan HMT yang digunakan maka semakin rendah nilai viskositas tepung labu kuning yang dihasilkan. Penurunan

viskositas ini disebabkan oleh granula pati yang mengalami gelatinisasi dan pembekakan maksimum sehingga menyebabkan granula pati telah berubah sepenuhnya.

Santosa *et al.* (2015), pembengkakan akan mempengaruhi kekentalan dari suatu larutan. Selama proses modifikasi HMT berlangsung terjadi pembentukan kompleks antara amilosa, amilosa dengan amilopaktin serta amilosa dan lemak. Granula pati yang telah berubah sepenuhnya menyebabkan menurunnya kemampuan pati dalam penyerapan air. (Ega dan Lopulalan, 2015) menyatakan bahwa perbedaan nilai daya serap air pada setiap sampel disebabkan karena adanya variasi struktur granula pada masing masing sampel serta kandungan karbohidrat, baik pati maupun serat, dan komponen lainnya yang bersifat hidrofilik.

Takahashi *et al.* (1989) menyatakan bahwa selama proses HMT memungkinkan terbentuknya ikatan baru yang lebih kompleks antara amilosa pada bagian kristalin dan amilopektin pada bagian amorphous, sehingga menghasilkan formasi kristalin baru yang memiliki ikatan lebih kuat dan rapat. Peningkatan suhu awal gelatinisasi menunjukkan pati lebih resisten terhadap panas dan membutuhkan suhu yang lebih tinggi lagi untuk dapat mulai tergelatinisasi.

Swelling power

Daya kembang pati atau *swelling power* didefinisikan sebagai penambahan volume dan berat maksimum yang dialami pati dalam air (Antalimar, 2015). *Swelling power* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, amilosa, amilopektin dan suhu (Retnaningtyas dan Putri, 2014).

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata *swelling power* tertinggi pada perlakuan M1 (80°C) sebesar 10.16 g/g, sedangkan rerata *swelling power* terendah pada perlakuan M4 (110°C) sebesar 7.15 g/g. Semakin tinggi suhu pemanasan HMT yang digunakan maka semakin rendah *swelling power* tepung labu kuning yang dihasilkan. Agustiani *et al.* (2020), mengatakan bahwa semakin tinggi suhu modifikasi maka *swelling power* tepung HMT yang dihasilkan semakin rendah. Penurunan nilai *swelling power* berhubungan dengan adanya perubahan susunan kristalit tepung yang disebabkan peningkatan suhu tinggi serta interaksi antar komponen tepung pada sisi amorf granula saat perlakuan pengovenan (Adebowale *et al.*, 2005). Selain itu modifikasi HMT menyebabkan molekul granula pati yang tersusun menjadi lebih rapat sehingga kemampuan mengembang menjadi terbatas (Fetriyuna *et al.*, 2016).

Indeks Kelarutan dalam Air

Indeks kelarutan dalam air seringkali digunakan sebagai indikator degradasi komponen molekul, sehingga indeks kelarutan dalam air dijadikan tolak ukur suatu kemampuan bahan untuk larut dalam air (Purnamasari dan Putri, 2014). Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata indeks kelarutan dalam air tepung labu kuning termodifikasi HMT tertinggi pada perlakuan M4 (suhu 110°C) sebesar 41,07 %, sedangkan nilai indeks kelarutan dalam air tepung labu kuning terendah pada perlakuan M1 (suhu 80°C) sebesar 35,73 %. Suhu pemanasan berpengaruh nyata terhadap nilai indeks kelarutan dalam air terhadap tepung labu kuning.

Penggunaan suhu yang berbeda ketika proses modifikasi menyebabkan adanya perubahan indeks kelarutan dalam air antara tepung tanpa modifikasi dan setiap perlakuan. Nilai indeks kelarutan dalam air terhadap setiap perlakuan modifikasi semakin meningkat seiring dengan penggunaan suhu yang semakin meningkat.

Santosa *et al.* (2015) menjelaskan bahwa semakin lama pemanasan dan semakin tinggi suhu pemanasan maka akan meningkatkan nilai indeks kelarutan air. Hal ini disebabkan oleh kemampuan amilosa untuk keluar, peningkatan jumlah rantai panjang amilopektin dalam granula pati secara tidak langsung mempengaruhi indeks kelarutan air. Semakin lama waktu yang diberikan untuk modifikasi, maka semakin banyak rantai panjang amilopektin yang terbentuk dari pati yang menyebabkan semakin banyaknya granula pati yang mengembang, maka akan membuat jumlah amilosa yang dikeluarkan dari dalam granula pati semakin banyak. Indeks Kelarutan dalam air tepung labu kuning termodifikasi HMT mengalami peningkatan, hal tersebut dipengaruhi oleh lama waktu pemanasan yang menyebabkan jumlah amilosa yang keluar dari granula yang meningkat sehingga menghasilkan tepung termodifikasi yang lebih larut. Daya serap air, swelling power dan indeks kelarutan dalam air merupakan suatu kesatuan yang memiliki kecenderungan sama yang berbanding lurus (Pangesti *et al.*, 2014).

Kadar Air

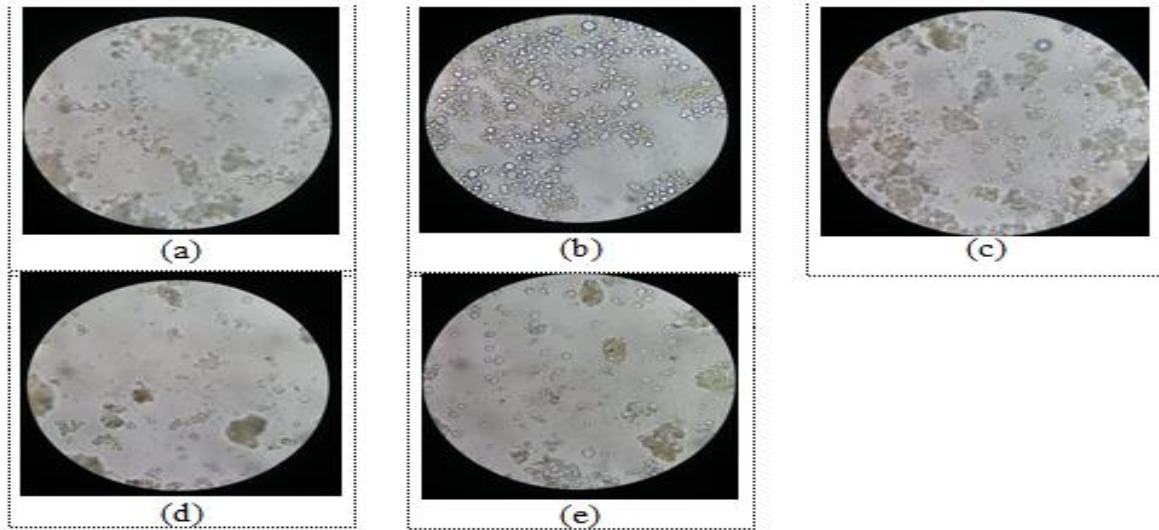
Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen (Winarno, 1997). Kadar air memiliki karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan citarasa pada bahan pangan (Gumolung, 2019). Kadar air tepung dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu perlakuan yang dialami serta lama dan kondisi penyimpanan produk.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar air tepung labu kuning termodifikasi HMT perlakuan M1 (suhu 80°C) memiliki nilai kadar air tertinggi sebesar 12.57 %bb. Sedangkan pada kadar air tepung labu kuning termodifikasi HMT perlakuan (suhu 110°C) sebesar 6.33 %bb. Perlakuan suhu Heat Moisture Treatment (HMT) cenderung mengakibatkan kadar air pati menjadi lebih rendah bila dibandingkan dengan pati alaminya. Semakin tinggi suhu HMT maka semakin rendah kadar air tepung modifikasi yang dihasilkan, karena selama proses HMT terjadi penguapan air akibat pemanasan. Menurut Haryadi dalam Setiyoko *et al.* (2019) pada saat modifikasi HMT granula pati yang telah mengembang cenderung memiliki rongga yang lebih besar sehingga mengakibatkan air menjadi lebih mudah menguap pada saat pengeringan.

Mikroskopis Granula Tepung Labu Kuning Termodifikasi (HMT)

Analisis mikroskopis granula pati merupakan kondisi granula pati melalui pengamatan menggunakan mikroskop polarisasi (mikroskop cahaya) dengan perbesaran 400 kali. Granula pati memiliki beragam bentuk (oval, bulat, poligonal, *lenticular*) dan ukuran (diameter 2-100 μ n) yang sifatnya spesifik (Liu, 2005).

Hasil pengamatan terhadap mikroskopis granula tepung labu kuning termodifikasi (HMT) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mikroskopis granula tepung labu kuning (a) M0 (tanpa perlakuan), (b) M1 (suhu 80°C), (c) M2 (suhu 90°C), (d) M3 (suhu 100°C) dan (e) M4 (suhu 110°C).

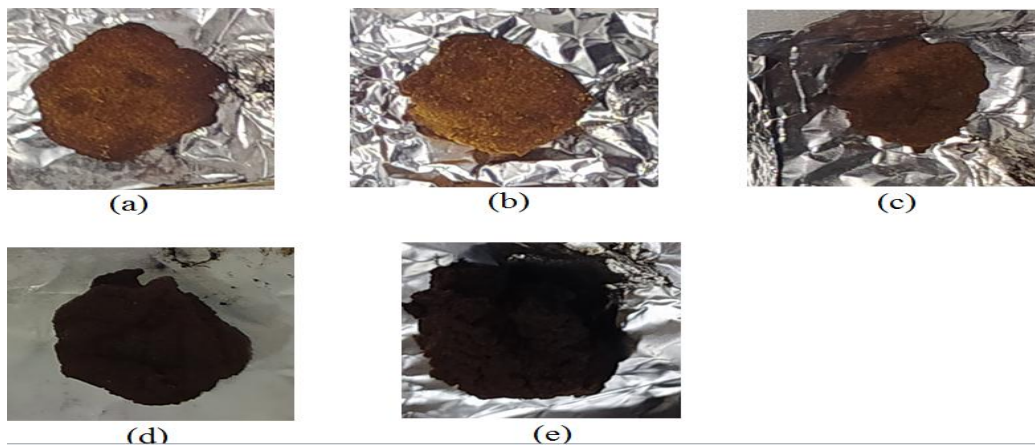
Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa granula pati tepung labu kuning berbentuk oval, bulat, lonjong dan tidak beraturan (poligon) serta ukurannya tidak seragam. Hal ini dapat dilihat pada mikroskopis granula pati tepung labu kuning termodifikasi HMT dengan suhu 80°C yang di tunjukkan pada gambar 1 (b) terlihat granula pati mempunyai bentuk yang masih tampak bulat beraturan serta homogen dibandingkan pada tepung labu kuning tanpa perlakuan (kontrol) yang ditunjukkan pada gambar 1(a).

Granula pati sedikitnya memiliki 3 komponen, yaitu amilosa, amilopektin dan bahan antara (lemak, karbohidrat dan protein). Ketika pati mendapatkan perlakuan pemanasan maka terjadi pemutusan ikatan-ikatan hidrogen, sehingga pati mengalami gelatinisasi dengan menyerap air pada suhu yang sangat tinggi. Winarno (1997), mengatakan bahwa selama proses *Heat Moisture Treatment* (HMT) memungkinkan terbentuknya ikatan baru yang lebih kompleks antara amilosa pada bagian kristalin dengan amilopektin pada bagian amorphous, sehingga menghasilkan formasi kristalin baru yang memiliki ikatan lebih kuat dan rapat .

Baking expansion

Baking expansion merupakan salah satu parameter untuk mengukur volume daya kembang tepung selama proses pengolahan (Azafilmi dan Faresti, 2011).

Hasil pengamatan terhadap Baking expansion tepung labu kuning termodifikasi (HMT) dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini



Gambar 2. *Baking expansion* (a) M0 (tanpa perlakuan), (b) M1 (suhu 80°C), (c) M2 (suhu 90°C), (d) M3 (suhu 100°C) dan (e) M4 (suhu 110°C)

Tabel 3. *Baking expansion* tepung labu kuning termodifikasi HMT

| Perlakuan | Ulangan | Volume Setelah Oven (ml/g) | Rerata |
|----------------|---------|----------------------------|-------------|
| Tanpa (M0) | 1 | 402 | 401.67±0.58 |
| | 2 | 402 | |
| | 3 | 401 | |
| HMT 80°C (M1) | 1 | 402 | 402.33±1.53 |
| | 2 | 401 | |
| | 3 | 404 | |
| HMT90°C (M2) | 1 | 401 | 401±0.00 |
| | 2 | 401 | |
| | 3 | 401 | |
| HMT100°C (M3) | 1 | 401 | 401.33±0.58 |
| | 2 | 402 | |
| | 3 | 401 | |
| HMT 110°C (M4) | 1 | 400 | 400.67±0.58 |
| | 2 | 401 | |
| | 3 | 401 | |

Berdasarkan data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa *baking expansion* perlakuan M1 (suhu 80°C) tertinggi sebesar 402.33 ml/g dan perlakuan terendah pada M4 (110°C) Perbedaan tersebut disebabkan adanya perbedaan suhu HMT. Azafilmi dan Faresti (2011), menyatakan bahwa peningkatan volume pengembangan yaitu terjadinya hidrolisis ikatan α -1,4 glikosidik pada rantai amilosa yang mengakibatkan rantai pati lebih pendek dan lebih mudah menyerap air. Air yang diserap pada granula pati akan menjadikan granula pati mengembang dan saling berhimpitan sehingga dapat meningkatkan volume pengembangan sampel tepung tersebut.

Beda Warna L

Tingkat kecerahan warna tepung labu kuning merupakan salah satu faktor mutu penerimaan produk tepung tersebut, karena tingkat kecerahan warna akan menentukan tingkat kesukaan konsumen. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan sampel. Semakin cerah sampel yang diukur, maka nilai L akan mendekati 100.

Sebaliknya semakin gelap sampel, nilai *L* akan mendekati 0. Nilai *a* merupakan parameter pengukuran warna kromatik campuran merah-hijau. Bila *a* bernilai positif, sampel cenderung berwarna merah. Sebaliknya, bila *a* bernilai negatif maka sampel cenderung berwarna hijau. Nilai *b* merupakan parameter pengukuran warna kromatik campuran kuning-biru. Bila *b* bernilai positif, sampel cenderung berwarna kuning dan bila *b* bernilai negatif maka sampel cenderung berwarna biru (Purwani, 2008).

Hasil pengamatan terhadap mikroskopis granula tepung labu kuning termodifikasi (HMT) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji warna beda *L*

| Sampel Tepung Labu Kuning | Nilai Rerata |
|---------------------------|--------------|
| | <i>L</i> |
| Tepung Kontrol (M0) | 62.6± 2.18 |
| HMT 80°C (M1) | 53.1±1.57 |
| HMT 90°C (M2) | 45.2±0.61 |
| HMT 100°C (M3) | 39.0±9.70 |
| HMT 110°C (M4) | 38.8±5.91 |

Hasil dari Tabel 4 menunjukkan bahwa tingkat kecerahan rerata beda warna *L*, nilai *a* (cenderung berwarna merah) sebesar 10.7 - 0.9 dan nilai *b* (cenderung berwarna kuning) sebesar 42.0 - 52.66. Warna tepung labu kuning termodifikasi HMT yang dihasilkan lebih pudar jika dibandingkan dengan warna buah labu kuning segar. Tepung labu kontrol (tanpa perlakuan) memiliki nilai rerata beda warna *L* sebesar 62.63, nilai *a* 0.9 dan nilai *b* 52.66 yang memiliki tingkat kecerahan yang tinggi, sementara pada tepung labu kuning termodifikasi HMT dengan suhu 80°C memiliki nilai rerata beda warna *L* yang lebih tinggi sebesar 53.10, nilai *a* 6.2 dan nilai *b* 51.6 yang memiliki tingkat kecerahan agak sedang. jika dibandingkan dengan tepung labu kuning termodifikasi HMT suhu 110°C dengan nilai rerata *L* sebesar 38.8, nilai *a* sebesar 10.7 dan nilai *b* sebesar 42.0 yang memiliki tingkat kecerahan agak gelap .

Hal ini dapat disebabkan terjadinya reaksi maillard selama proses pemanasan. Pada saat terjadinya proses modifikasi tepung labu kuning menyebabkan terdegradasinya pigmen karotenoid yang terkandung dalam tepung labu kuning lebih cepat terdegradasi pada suhu 110°C. Hal ini didukung dengan pernyataan Antalimar (2015) yang menyatakan bawa proses pemanasan bahan pangan dapat merubah kemampuan dalam memantulkan, menyebarkan dan meneruskan sinar, sehingga dapat mengubah warna bahan pangan tersebut.

Beta Karoten

Beta karoten merupakan senyawa organik dan diklasifikasikan sebagai suatu terpenoid. Beta karotene adalah pigmen berwarna merah-orange yang sangat berlimpah pada tanaman dan buah-buahan. Daging buah labu kuning mempunyai senyawa beta karoten yang merupakan pigmen berwarna kuning (Fauzi *et al.*, 2018).

Kandungan beta karoten pada tepung labu kuning termodifikasi HMT sangat penting karena dapat berfungsi sebagai provitamin A ketika di dalam tubuh.

Hasil kandungan Beta Karoten tepung labu kuning termodifikasi HMT yang terbaik secara spektrofotometer pada panjang gelombang 450 nm yaitu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai kandungan β -karoten tepung labu kuning termodifikasi HMT

| Perlakuan | Beta Karoten ($\mu\text{g/g}$) |
|----------------|----------------------------------|
| M0 (tanpa HMT) | 13.56 \pm 0.12 |
| M1 (80°C) | 7.43 \pm 0.04 |

Keterangan : Tabel diatas menunjukkan kandungan beta karoten tepung labu kuning termodifikasi HMT 80°C (M0) dengan nilai 7.42 $\mu\text{g/g}$ lebih rendah dari control (M1).

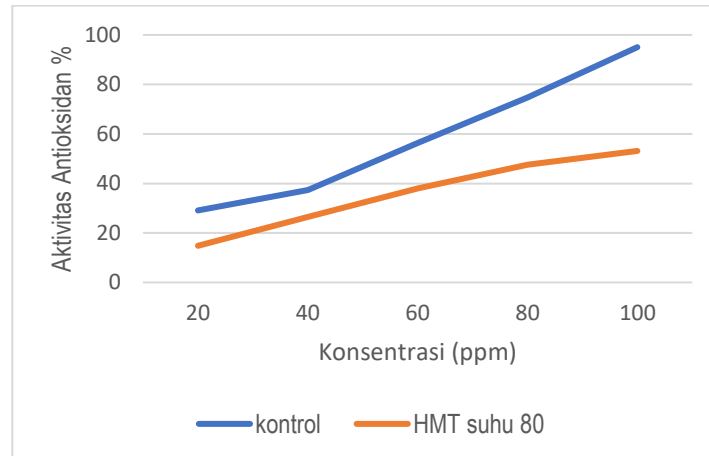
Hasil beta karoten berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai kadar beta karoten tepung labu kuning perlakuan M1 (suhu 80°C) memiliki nilai lebih rendah daripada perlakuan M0 (tanpa HMT) sebesar 7.43 $\mu\text{g/g}$. Rendahnya nilai Beta Karoten pada perlakuan HMT diakibatkan degradasi komponen beta karoten pada suhu tinggi sehingga pada perlakuan suhu 80°C memiliki nilai lebih rendah. Andarwulan dan Koswara (1992) dalam (Amiruddin, 2013) menyatakan bahwa degradasi beta karoten yang terjadi selama pengolahan diakibatkan oleh proses oksidasi pada suhu tinggi yang mengubah senyawa karoten menjadi senyawa ion berupa keton. Senyawa karotenoid mudah teroksidasi terutama pada suhu tinggi yang disebabkan oleh adanya sejumlah ikatan rangkap dalam struktur molekulnya. Beta karotene bersifat tidak stabil jika berada pada suhu tinggi dengan lama waktu lebih panjang.

Aktifitas Antioksidan

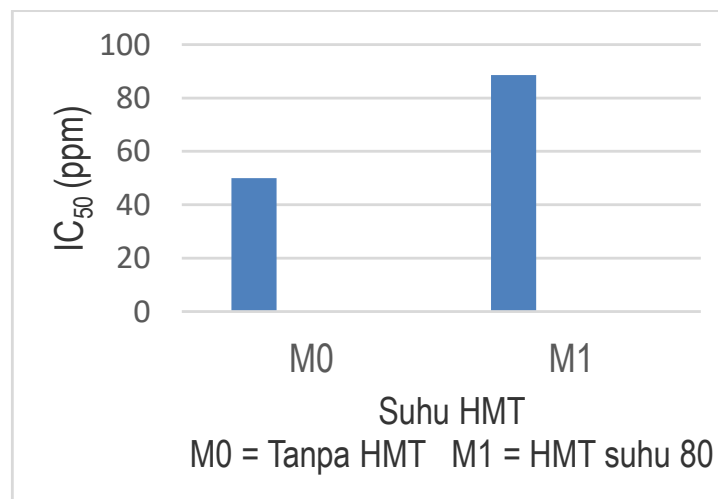
Antioksidan merupakan sebutan untuk zat yang berfungsi melindungi tubuh dari serangan radikal bebas. Antioksidan membantu menghentikan proses perusakan sel dengan cara memberikan electron kepada radikal bebas. Antioksidan bisa dengan mudah kita dapatkan dari makanan. Sayangnya banyak yang tidak mengetahui bahwa makanan tersebut sebenarnya banyak mengandung antioksidan sehingga mereka membeli suplemen antioksidan yang harganya cukup mahal. Mengingat peranannya sebagai pencegah timbulnya berbagai macam penyakit maka perhatian banyak ditujukan pada upaya pencarian bahan bahan yang mengandung senyawa antioksidan terutama yang berasal dari jenis tumbuh-tumbuhan Puspita dalam Anjarsari (2016).

Hasil analisis aktivitas antioksidan tepung labu kuning termodifikasi HMT terpilih dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hasil penelitian aktivitas antioksidan pada tepung labu kuning termodifikasi HMT 80°C pada Gambar 3 bahwa aktivitas antioksidan berbanding lurus dengan tepung labu kuning tanpa modifikasi HMT. Semakin tinggi suhu modifikasi yang dilakukan maka nilai aktifitas antioksidan tepung akan semakin menurun. Hayati *et al.* (2012) menyatakan bahwa antosianin sangat rentan terhadap proses pemanasan. Suhu penyimpanan maupun suhu proses pengolahan yang tinggi akan menyebabkan terdegradasinya senyawa

antosianin. Apabila antosianin terdegradasi maka dapat menyebabkan perubahan struktur antosianin menjadi produk keton yang dapat menurunkan kemampuannya untuk meredam radikal bebas sehingga aktivitas antioksidannya pun semakin berkurang.



Gambar 3. Aktivitas antioksidan tepung labu kuning termodifikasi HMT



Gambar 4. Konsentrasi IC₅₀ pada tepung labu kuning termodifikasi HMT

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa perlakuan M0(Tanpa HMT) memiliki aktivitas antioksidan tergolong sangat kuat dengan IC₅₀ 50.17 ppm dan perlakuan M1 (HMT suhu 80) memiliki aktivitas antioksidan tergolong agak kuat yaitu IC₅₀ 90.57 ppm. Menurut Tristantini *et al.* (2016) menyebutkan bahwa kandungan antioksidan dalam suatu sampel dengan nilai 50 ppm maka sifat antioksidan pada suatu sampel dinyatakan sangat kuat, antioksidan pada nilai 50 ppm- 100 ppm maka antioksidannya dinyatakan agak kuat, nilai 150 ppm- 200 ppm maka, nilai antioksidannya dikatakan lemah, nilai 200 ppm- 500 ppm, nilai antioksidannya sangat lemah, dan jika nilai antioksidannya diatas 500 ppm maka antioksidannya dikatakan nonaktif. Menurunnya nilai antioksidan pada perlakuan M1 (suhu 80°C) diakibatkan oleh rusaknya kandugan antioksidan pada sampel yang dikarenakan perlakuan suhu tinggi saat proses modifikasi HMT. Tristantini *et al.* (2016) melaporkan bahwa

kerusakan antioksidan dalam sampel dipengaruhi oleh lamanya waktu kontak antara zat aktif dengan pelarut yang suhunya semakin meningkat akibat pemanasan yang lama.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai tepung labu kuning termodifikasi HMT berpengaruh sangat nyata terhadap suhu modifikasi tepung labu kuning (*Cucurbita moschata* Durch) termodifikasi HMT (*Heat Moisture Treatment*) pada suhu 80°C (M1) terhadap nilai fisikokimia yang meliputi Uji swelling powe sebesar 10.16 g/g, Indeks kelarutan dalam air sebesar 35.73 %, Uji viskositas sebesar 6.78 cP, uji kadar air sebesar 7.70 %bb, Uji warna L sebesar 53.10, Granula Pati mempunyai bentuk yang masih tampak bulat beraturan serta homogen dan Baking Expansion sebesar 402.33 ml/g . Nilai Beta karoten tepung labu kuning termodifikasi HMT pada suhu 80°C mengalami penurunan sebesar 7.42 µg/g dari tepung labu kuning kontrol tanpa perlakuan sebesar 13.55 µg/g. Dan nilai antioksidan tepung labu kuning termodifikasi HMT pada suhu 80°C mengalami penurunan sebesar 92.57 ppm terhadap tepung labu kuning kontrol tanpa perlakuan sebesar 50.17 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale K, Afolabi, T dan Olu-Owolabi, B. 2005. Hydrothermal treatments of Finger millet (*Eleusine coracana*) starch. *Food Hydrocolloids*, 19(6), 974-983.
- Agustiani A, Riwayat, I dan Maharani, F. 2020. Modifikasi Tepung Sukun (*Artocarpus Altilis*) Menggunakan Metode Heat Moisture Treatment (Hmt) dengan Variabel Suhu dan Lama Waktu Perlakuan. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(2). 12-20.
- Amiruddin C. 2013. Pembuatan Tepung Wortel (*Daucus carota L*) Dengan Variasi Suhu Pengering. Skripsi. Program Studi Teknik Pertanian. Universitas Hasanuddin. Makasar:
- Anjarsari IRD. 2016. Katekin teh Indonesia: prospek dan manfaatnya. *Kultivasi*, 15(2). 46-55.
- Antalimar D. 2015. Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Sukun (*Artocarpus Communis*) Hasil Modifikasi Annealing (Kajian Suhu Dan Lama Perendaman). Universitas Brawijaya.
- Association of Official Analytical Chemists A. 2005. Official Method of Analysis of the Associatin of Official Analytical Chemistry, Washington DS (US): AOAC International.
- Azafilmi H dan Faresti, S. 2011. Modifikasi Fisik-Kimia Tepung Sorgum Berdasarkan Karakteristik Sifat Fisikokimia Sebagai Substituen Tepung Gandum. *Jurnal Teknik Kimia*, 53(2), 28-57.
- Aziah AN, Ho, L, Komathi, C dan Bhat, R. 2011. Evaluation of Resistant Starch in Crackers Incorporated With Unpeeled and Peeled Pumpkin Flour. *American Journal of Food Technology*, 6(12), 1054-1060.
- Chen Z. 2003. Physicochemical Properties of Sweet Potato Starches and Their Application in Noodle Products. Department of Agrotechnology and Food Sciences. Wageningen University. Netherlands.

- Collado LS dan Corke, H. 1999. Heat-Moisture Treatment Effects on Sweetpotato Starches Differing in Amylose Content. *Food chemistry*, 65(3), 339-346.
- Demiate I, Dupuy, N, Huvenne, J, Cereda, M dan Wosiacki, G. 2000. Relationship Between Baking Behavior of Modified Cassava Starches and Starch Chemical Structure Determined by FTIR Spectroscopy. *Carbohydrate Polymers*. 42(2), 149-158.
- Ega L dan Lopulalan, CGC. 2015. Modifikasi Pati Sagu dengan Metode Heat Moisture Treatment. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 4(2), 33-40.
- Fajri F, Tamrin dan Asyik, N. 2016. Pengaruh Modifikasi Hmt (Heat Moisture Treatment) Terhadap Sifat Fisikokimia dan Nilai Organoleptik Tepung Sagu (*Metroxylon Sp*). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 1(1).27-34.
- Fauzi M, Eka Kuliahsari, D, Diniyah, N dan Rusdianto, AS. 2018. Penggunaan Vitamin C Dan Suhu Pengeringan Pada Pembuatan Chip (Irisan Kering) Labu Kuning La3 (*Cucurbita Moschata*). *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 14(2), 108-115.
- Fetriyuna F, Marsetio, M dan Pratiwi, RL. 2016. Pengaruh Lama Modifikasi Heat-Moisture Treatment (HMT) Terhadap Sifat Fungsional Dan Sifat Amilografi Pati Talas Banten (*Xanthosoma Undipes K. Koch*). *JP2| Jurnal Penelitian Pangan*. 1(1).99-104.
- Firdausi KS, Setia Budi, W dan Sutiah, S. 2008. Studi kualitas minyak goreng dengan parameter viskositas dan indeks bias. *Berkala Fisika*. 11(2), 53-58.
- Gumolung D. 2019. Analisis Proksimat Tepung Daging Buah Labu Kuning (*Cucurbita Moschata*). *Fullerene Journal of Chemistry*. 4(1), 8-11.
- Gunaratne A dan Hoover, R. 2002. Effect of Heat–Moisture Treatment on The Structure and Physicochemical Properties of Tuber and Root Starches. *Carbohydrate polymers*. 49(4), 425-437.
- Hayati E, Budi, U dan Hermawan, R. 2012. Konsentrasi total senyawa antosianin ekstrak kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*): pengaruh temperatur dan pH. *Jurnal Kimia*. 6(2), 138-147.
- Honestin T. 2007. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas*). Skripsi. Departemen Ilmu Dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Kristiani Y. 2016. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Labu Kuning (*Cucurbita Moschata D*), Skripsi. Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Lestario L, Susilowati, M dan Martono, Y. 2013. Pemanfaatan Tepung Labu Kuning sebagai Bahan Fotifikasi Mie Basah. *Prosiding*. 18(1). 182-189.
- Liu Q. 2005. Understanding Starches and Their Role In Foods. *Food carbohydrates: Chemistry, physical properties and applications*. CRC Press. Taylor and Francis Group. Boca Raton
- Mappiratu. 1990. Produksi Beta Karoten Pada Limbah Cair Tapioka Dengan Kapang Oncom Merah. Tesis. FPS Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Molyneux P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin J. SCI. Technol*. 26(2), 211-219.

- Pangesti YD, Parnanto, NHR dan Ridwan, AA. 2014. Kajian sifat fisikokimia tepung bengkuang (*pachyrhizus erosus*) dimodifikasi secara heat moisture treatment (hmt) dengan variasi suhu. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(3), 12-17.
- Purba J. 2008. Pemanfaatan Labu Kuning Sebagai Bahan Baku Minuman Kaya Serat. Skripsi. IPB. Bogor.
- Purnamasari IW dan Putri, WDR. 2014. Pengaruh Penambahan Tepung Labu Kuning dan Natrium Bikarbonat Terhadap Karakteristik Flake Talas. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(4), 6-9.
- Purwani E. 2008. Efek Berbagai Pengawet Alami sebagai Pengganti Formalin Terhadap Sifat Organoleptik dan Masa Simpan Daging dan Ikan. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, 9(1), 1-14.
- Rahmawati L. 2014. Pengaruh variasi blanching dan lama perendaman asam asetat (CH₃COOH) terhadap karakteristik tepung labu kuning termodifikasi. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 2(2), 107-115.
- Ranonto NR, Nurhaeni, N dan Razak, AR. 2015. Retensi Karoten Dalam Berbagai Produk Olahan Labu Kuning (*Cucurbita Moschata* Durch). *Natural Science: Journal of Science and Technology*. 4(1), 3-12.
- Retnaningtyas DA dan Putri, WDR. 2014. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Perlakuan Stpp (Lama Perendaman dan Konsentrasi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4), 68-77.
- Santosa H, Handayani, NA, Bastian, HA dan Kusuma, IM. 2015. Modifikasi Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Poir) Dengan Metode Heat Moisture Treatment (HMT) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Mie Instan. *METANA*. 11(01), 21-33.
- Senanayake S, Gunaratne, A, Ranaweera, K dan Bamunuarachchi, A. 2013. Effect of Heat Moisture Treatment Conditions on Swelling Power and Water Soluble Index of Different Cultivars of Sweet Potato (*Ipomea batatas* (L). Lam) starch. *ISRN Agronomy*.
- Setiyoko A, Nugraeni, N dan Hartutik, S. 2019. Optimasi Suhu Pemanasan Dan Kadar Air Pada Proses Produksi Tepung Bengkuang Termodifikasi Dengan Teknik Heat Moisture Treatment (HMT) Sebagai Bahan Baku Mie Basah. Presented at Seminar Nasional Inovasi Produk Pangan Lokal Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Universitas Mercu Buana Yogyakarta.
- Statistik BP. 2012. Statistik Daerah Kecamatan Umbulharjo.
- Susilawati S, Subeki, S dan Azis, IPP. 2013. Formulasi Tepung Labu Kuning (*Cucurbita Maxima*) dan Terigu terhadap Derajat Pengembangan Adonan dan Sifat Organoleptik Roti Manis. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 18(1), 1-12.
- Takahashi S, Maningat, C dan Seib, P. 1989. Acetylated and hydroxypropylated wheat starch: Paste and gel properties compared with modified maize and tapioca starches. *Cereal chemistry*. 66(6), 499-506.
- Tristantini D, Ismawati, A, Pradana, BT dan Jonathan, JG. 2016. Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH pada daun tanjung (*Mimusops elengi* L). Presented at Seminar Nasional Teknik Kimia Keuangan.
- Winarno F. 1997. Kimia Pangan Dan Gizi. Edisi Kedua. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.