
OPTIMASI SUHU PEMANASAN DAN KADAR AIR PADA PROSES PRODUKSI TEPUNG BENGKUANG TERMODIFIKASI DENGAN TEKNIK HEAT MOISTURE TREATMENT (HMT) SEBAGAI BAHAN BAKU MIE BASAH**Agus Setiyoko¹, Nugraeni², Sri Hartutik³**^{1,3}Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Mercu Buana Yogyakarta²Program Studi Akutansi, Universitas Mercu Buana YogyakartaEmail: ¹agus_setiyoko@mercubuana-yogya.ac.id**ABSTRAK**

Mie basah adalah salah satu komoditas pangan yang cukup banyak dikonsumsi. Proses produksi mie basah menggunakan bahan baku utama berupa tepung terigu yang diperoleh dengan cara impor. Ketergantungan pada tepung terigu dapat dikurangi dengan cara memanfaatkan bahan pangan lokal sebagai pengganti tepung terigu. Salah satu bahan baku yang potensial digunakan sebagai pengganti tepung terigu diantaranya adalah umbi bengkuang. Umbi bengkuang dapat diolah menjadi tepung bengkuang yang dapat digunakan sebagai alternatif bahan substitusi terigu pada produk roti, kue, dan mie. Pemanfaatan tepung bengkuang sebagai pengganti tepung terigu untuk pembuatan produk mie masih terdapat kekurangan secara sensori seperti warna mie lebih gelap dan elastisitasnya tekstur mie lebih rendah dikarenakan tidak mengandung gluten. Salah satu cara modifikasi fisik dilakukan dengan cara *heat moisture treatment* (HMT). Perbaikan sifat tepung bengkuang dengan cara HMT diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik dan sensori produk mie yang dihasilkan. Rancangan percobaan menggunakan metode *respon surface method* (RSM) dengan variabel suhu (60°C, 70 °C dan 80 °C) serta variabel kadar air (20%, 25% dan 30%). Nilai *swelling power* dan *solubility* digunakan sebagai acuan titik optimum untuk menentukan perlakuan terbaik. Tepung dengan perlakuan terbaik kemudian dianalisa : kadar air, derajat putih, *swelling power*, *solubility*, kadar protein, kadar abu, kadar lemak, serta kadar karbohidrat (*by different*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu 80°C dan kadar air 20% menghasilkan tepung bengkuang termodifikasi yang memiliki karakteristik yang lebih baik daripada tepung bengkuang kontrol. Kondisi modifikasi tersebut menghasilkan tepung bengkuang termodifikasi dengan kadar air 7,94 (%bb), derajat putih 73,15, *swelling power* 5,43 (g/g), dan *solubility* 0,40 %, Kadar protein 8,56 (%db), kadar Abu 2,49 (%db), kadar lemak 0,67(%db), serta kadar karbohidrat (*by different*) 60,91(%db)

Kata Kunci : HMT, *swelling power*, *solubility*, tepung bengkuang**PENDAHULUAN**

Mie basah adalah salah satu komoditas pangan yang diproduksi menggunakan tepung terigu sebagai bahan baku utama yang diperoleh dengan cara impor. Tingginya tingkat konsumsi mie di Indonesia berdampak pada meningkatkannya volume impor tepung terigu. Konsumsi tepung terigu di Indonesia rata-rata per kapita mengalami kenaikan pada tahun 2012 dan tahun 2013 yaitu dari 0.023 menjadi 0.024 kg (Hakiki, 2014). Sampai saat ini, upaya dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari masyarakat tidak terlepas dari pemanfaatan tepung terigu. Faktor inilah yang menjadi penyebab ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap tepung terigu cukup tinggi. Ketergantungan akan kebutuhan tepung terigu di Indonesia, dapat dikurangi dengan cara mencari alternatif bahan baku pangan lokal sebagai pengganti tepung terigu.

Salah komoditas pangan lokal yang memiliki potensi cukup besar sebagai bahan pengganti tepung terigu adalah umbi bengkuang. Meskipun umbi bengkuang tersedia sangat melimpah, namun pemanfaatan bengkuang di tengah masyarakat masih sangat sederhana dan tradisional, biasanya dikonsumsi dalam bentuk buah utuh. Umbi bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*) merupakan salah satu komoditas pangan lokal, memiliki kandungan serat pangan total sebesar 695g/kg, sehingga dimungkinkan memiliki potensi sebagai alternatif pangan fungsional (Hayashi *et al.* 2001).

Umbi bengkuang dapat diolah menjadi tepung yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif substitusi tepung terigu, misalnya untuk produk roti, kue, dan mie. Pangesti *et al.* (2014) menyatakan bahwa pati alami yang terdapat pada tepung bengkuang memiliki beberapa kelemahan, antara lain tidak mengandung protein gluten, pasta yang terbentuk keras, tidak tahan

terhadap perlakuan asam dan pemanasan suhu tinggi. Modifikasi tepung bengkung merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat fungsionalnya, agar dapat digunakan sebagai bahan substitusi dalam proses produksi mie, memenuhi karakteristik mendekati tepung terigu, mempermudah aplikasinya dalam proses pengolahan pangan, lebih stabil dalam proses pemanasan, serta memiliki tekstur yang lebih baik (Honestin, 2007).

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk memodifikasi tepung, yaitu secara fisik, kimia dan enzimatis. Salah satu cara modifikasi yang dapat dilakukan adalah dengan cara modifikasi fisik, yaitu dengan menggunakan metode panas lembab atau *Heat Moisture Treatment* (HMT). 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. Perlakuan HMT didefinisikan sebagai suatu cara modifikasi fisika pada granula pati dengan suhu 84°C sampai dengan 120°C, kadar air kurang dari 35% serta membutuhkan waktu berkisar antara 15 menit hingga 16 jam (Gunaratne and Hoover, 2002). Modifikasi dengan metode HMT mengakibatkan molekul pati pada saat pemasakan/pemanasan menjadi lebih stabil, sehingga berdampak pada kualitas tanak yang dihasilkan lebih baik daripada pati yang tidak alami. Penelitian mengenai perlakuan HMT pada tepung bengkung sebelumnya dilakukan oleh Pangesti *et al.* (2014), suhu pemanasan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi proses modifikasi tepung bengkung dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan kadar air pada proses modifikasi pati tepung bengkung dengan metode HMT terhadap sifat fisikokimia tepung bengkung termodifikasi serta menentukan suhu pemanasan dan kadar air yang optimal pada proses modifikasi tepung bengkung.

METODE

a. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, *chromameter minolta*, pisau *stainles*, blender kering, penjepit, baskom plastik, *cabinet dryer*, loyang plastik, *aluminium foil*, *refrigerator*, alat penyemprot sederhana, alat *slicing*/pemotong, gelas pengaduk, neraca analitik, kertas saring, krus, tabung sentrifuse, oven (*Memmert*), desikator, cawan porselin, gelas erlenmeyer, corong, *waterbath*, sentrifuse, ayakan 60 mesh, penjepit kayu, spatula, dan peralatan gelas lainnya.

b. Bahan

Bahan penelitian utama adalah umbi bengkung yang diperoleh dari Desa Prembun, Kebumen, tepung terigu komersial, serta aquades.

c. Tahapan Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi dua tahapan yaitu pertama pembuatan tepung bengkung dan tahap kedua modifikasi tepung bengkung dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT).

1. Pembuatan tepung bengkung dilakukan (dengan mengacu pada Subandoro, 2013) dimodifikasi.

Proses pembuatan tepung bengkung dilakukan dengan cara pencucian pertama, setelah itu pengupasan, kemudian pencucian tahap II, pengirisan/*slicing* ketebalan ± 1 mm, tahapan selanjutnya *blanching* menggunakan air panas dengan suhu 90°C selama ± 1 menit, selanjutnya tepung dikeringkan dalam alat *cabinet dryer* dengan suhu 60°C ± 16 jam, diperoleh chip kering selanjutnya digiling, dan diayak dengan ayakan 60 mesh.

2. Modifikasi tepung bengkung dengan metode HMT (metode Dewi *et al.* 2012) dimodifikasi.

Ditimbang 50 tepung dalam petridish, ditambahkan aquades (sesuai dengan perlakuan) sehingga diperoleh kadar air 20 %, 25 %, dan 30 %. Selanjutnya petridish ditutup dengan dilapisi aluminium foil, selanjutnya didiamkan dalam *refrigerator* dengan suhu 4-5°C \pm satu malam dengan tujuan untuk menyeragamkan kadar air.

Tepung bengkuang basah pada petridish kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu perlakuan 60°C, 70°C dan 80°C selama 3 jam. Kemudian tepung didinginkan, setelah itu tepung bengkuang termodifikasi kembali dikeringkan menggunakan oven selama 5 jam, suhu 50°C dengan cara ditempatkan dalam loyang tanpa tutup. Tepung bengkuang termodifikasi HMT selanjutnya diblender dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh kemudian dianalisis karakteristik sifat fisikokimia

d. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Respon Surface Methodology* (RSM), menggunakan *software minitab* 16 dengan unit eksperimental sejumlah 13. Data hasil penelitian ini dianalisis dengan sidik ragam. Apabila terdapat perbedaan rata-rata antar nilai dilanjutkan uji *Duncan's multiple range test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 5 %.

e. Analisis Sifat Fisik, Kimia dan Fisikokimia

Analisa fisikokimia terdiri dari *swelling power* dengan metode sentrifugasi (Artiani dan Yohanita, 2010), *solubility* dengan metode (Senanayake *et al.* 2013), derajat putih dengan metode chromameter (Agarisma, 2008), kadar air dengan metode (AOAC,1984), kadar abu metode termogravimetri (AOAC, 1995), kadar protein metode mikro kjeldahl (AOAC, 1995), kadar lemak metode ekstraksi solvent (AOAC, 1995), kadar karbohidrat *by difference*,

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Tepung Bengkuang

Karakterisasi adalah tahapan awal sebagai acuan langkah yang akan diambil untuk mendekati sifat fungsional dari tepung bengkuang dengan tepung terigu. Hasil karakterisasi awal disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi tepung bengkuang dan tepung terigu

Jenis Tepung	Respon	
	<i>Solubility</i> (%)	<i>Swelling power</i> (g/g)
Tepung Bengkuang	0,53	8,70
Tepung Terigu	0,02	3,21

Tabel 1 menyajikan data bahwa nilai *swelling power* dan *solubility* dari tepung bengkuang lebih tinggi dibandingkan tepung terigu. Karenanya untuk mendekati karakteristik *swelling power* dan *solubility* tepung bengkuang dengan tepung terigu diperlukan usaha berupa modifikasi tepung bengkuang. Menurut Ahmad (2009) karakteristik pati dari jenis non terigu yang diinginkan dalam produksi mie adalah pati dengan *swelling power* dan *solubility* yang rendah, sehingga mie yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.

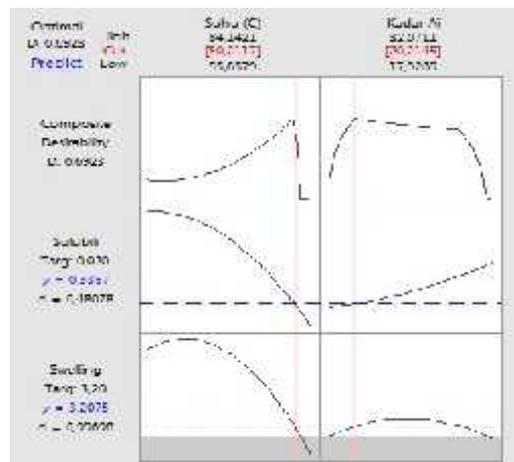
Optimasi proses modifikasi tepung bengkuang menggunakan RSM

Berdasarkan metode RSM *central composit design* dengan dua variabel, masing-masing terdiri dari tiga taraf perlakuan, diperoleh 13 satuan percobaan. Untuk mendapatkan tepung bengkuang dengan karakteristik terbaik, maka dipilih *swelling power* dan *solubility* sebagai respon parameter analisa. Parameter tersebut dipilih untuk mendapatkan tepung bengkuang yang memiliki kualitas yang baik dari segi sifat pemasakannya maupun tekstur. Kombinasi variabel suhu dan kadar air dengan hasil pengukuran nilai *swelling power* dan *solubility* disajikan pada Tabel 2.

Dari hasil analisis (Tabel 2) kemudian dimasukkan dalam RSM dan dihasilkan kondisi optimum untuk menghasilkan nilai *swelling power* dan *solubility* mendekati tepung terigu, diperoleh pada suhu 80°C dan kadar air 20%. Kondisi optimum dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2. Hasil pengukuran *swelling power* dan *solubility* tepung benguang pada proses optimasi menggunakan RSM

No	Suhu (C)	Kadar Air (%)	Swelling power (g/g)	Solubility (%)
1	70	25	6,67	0,50
2	80	20	5,43	0,40
3	55,86	25	7,46	0,34
4	70	25	6,87	0,52
5	70	25	7,32	0,46
6	60	30	7,58	0,41
7	70	17,93	6,25	0,45
8	70	25	7,26	0,50
9	60	20	7,47	0,50
10	70	32,07	6,70	0,55
11	70	25	7,34	0,52
12	84,14	25	5,23	0,53
13	80	30	5,41	0,49



Gambar 1. Hasil Optimasi Proses

Perlakuan suhu dan kadar air optimum diaplikasikan dalam pembuatan tepung benguang modifikasi HMT, Kemudian dilakukan karakterisasi tepung benguang alami dan tepung benguang HMT, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakterisasi tepung benguang HMT dan tepung benguang alami

Parameter Uji	Tepung Benguang Alami	Tepung Benguang HMT
Swelling power(g/g)	8,70 ^a	5,20 ^b
Solubility (%)	0,53 ^a	0,42 ^b
Kadar Air (% wb)	9,64 ^a	7,94 ^b
Kadar Protein (% db)	9,53 ^a	8,56 ^b
Kadar Abu(%db)	1,93 ^a	2,49 ^b
Kadar Lemak (%db)	4,61 ^a	0,67 ^b
Kadar Pati (%db)	18,84 ^a	19,44 ^b
Karbohidrat (by different) (%db)	55,45 ^a	60,91 ^b
Derajat Putih	83,66 ^a	73,15 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan beda nyata pada tingkat signifikansi 5%.

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen (Winarno, 1997). Kadar air tepung bengkuang tanpa HMT sebesar 9,644%, sedangkan kadar air tepung bengkuang HMT berkisar antara 7,94%. Semakin tinggi suhu HMT maka semakin rendah kadar air tepung modifikasi yang dihasilkan, karena selama HMT terjadi penguapan air akibat pemanasan. Menurut Haryadi (1999), pada saat modifikasi HMT granula pati yang telah membengkak cenderung memiliki rongga yang lebih besar sehingga akan mengakibatkan air menjadi lebih mudah menguap pada saat pengeringan.

Derajat putih suatu bahan merupakan kemampuan memantulkan cahaya dari bahan tersebut terhadap cahaya yang mengenai permukaannya (Indrasti, 2004). Derajat putih tepung bengkuang tanpa HMT (kontrol) yaitu 83,66 sedangkan derajat putih tepung bengkuang dengan modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) yaitu 73,15%. Semakin tinggi suhu modifikasi HMT maka semakin rendah derajat putih tepung bengkuang HMT yang dihasilkan sehingga warna tepung menjadi semakin tidak cerah. Hal ini dikarenakan pada saat HMT terjadi proses pemanasan yang dapat mengakibatkan terjadinya reaksi *Maillard*.

Swelling power dan *solubility* pada tepung bengkuang hasil modifikasi HMT lebih rendah daripada tepung bengkuang kontrol. Rendahnya kekuatan pengembangan pati setelah HMT berhubungan dengan pembatasan masuknya air ke dalam pati dan membuat pati menjadi lebih terbatas saat membengkak (Adebowale *et al.* 2005). Pati yang dimodifikasi HMT struktur patinya mengalami perubahan. Perubahan ini kemungkinan menyebabkan pembentukan ikatan hidrogen antara air yang berada diluar granula dengan molekul pati baik amilosa maupun amilopektin menjadi sulit, sehingga kemampuan granula membengkak menjadi terbatas (Miyoshi, 2001). Hilangnya gugus hidroksil bebas menyebabkan kecilnya kelarutan pati HMT, sehingga pati juga akan sulit menyerap air dan tidak terjadi pengembangan (*swelling*) yang terlalu besar (Sumarlin, 2012). Daya serap air, *swelling power* dan kelarutan merupakan suatu kesatuan yang memiliki kecenderungan sama yang berbanding lurus (Pangesti *et al.*, 2014) Karakteristik pati yang diinginkan dalam produksi mie adalah pati tepung bengkuang dengan *swelling power* dan *solubility* yang rendah (Ahmad, 2009).

Proses pemanasan akan mengakibatkan interaksi antara karbohidrat dengan komponen bahan lainnya, seperti protein dan lemak. Hal ini dapat menurunkan kadar lemak ataupun protein, sehingga meningkatkan prosentase jumlah karbohidrat (Nurhayati *et al.*, 2012) Selain itu pemanasan dan pengeringan di dalam oven dapat menyebabkan terbentuknya komponen pirodekstrin dari karbohidrat (Carrera *et al.*, 2007). Penurunan kadar protein kemungkinan juga disebabkan karena komponen protein yang terlarut selama proses HMT.

KESIMPULAN

Kondisi modifikasi dengan suhu 80°C dan kadar air 20% menghasilkan tepung bengkuang termodifikasi yang memiliki karakteristik yang lebih baik daripada tepung bengkuang kontrol. Kondisi modifikasi tersebut menghasilkan tepung bengkuang termodifikasi dengan kadar air 7,94 (%bb), derajat putih 73,15, *swelling power* 5,43 (g/g), dan *solubility* 0,40 %, Kadar protein 8,56 (%db), kadar abu 2,49 (%db) , kadar lemak 0,67(%db), serta kadar karbohidrat (*by different*) 60,91(%db)

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K.O., Olu-Owolabi, B.I., Olayinka, O.O dan Lawal, O.S. 2005. Effect of Heat Moisture Treatment and Annealing on Picochemical of Red Sorghum Starch. *African Journal of Biotechnology*. 4 (9) : 928-933.
- Ahmad, L. 2009. Modifikasi Fisik Pati Jagung dan Aplikasinya untuk Perbaikan Kualitas Mi Jagung. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian, Bogor.
- AOAC. (1984). Official Methods Analysis. Association of Official Analytical Chemist (AOAC). Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC.

-
- AOAC. (1995). Determination of Pasting Properties of Rice with the Rapid Visco Analyzer. American Association of Cereal Chemists (AACC). Approved Methods of Analysis, 9th Edition. St. Paul, MN.
- Argasasmita, T.U. 2008. Karakteristisasi Sifat Fisikokimia dan Indeks Glikemik Varietas Beras Beramilosa Rendah dan Tinggi. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Bogor.
- Artiani, P.A. dan Yohanita, R.A. 2010. Modifikasi Cassava Starch Dengan Proses Acetylation Asam Asetat Untuk Produk Pangan. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Balagopalan, C., Padmaja, G., Nanda, S.K and Moorthy, S.N. 1988. Cassava in Food, Feed, and Industry. Florida: CRC Press, Boca Raton.
- Carrera, E.C., Cruz, A.C., Guerrero L.C dan Ancona D.B.2007. Effect of Pyrodextrinization on Available Starch Content of Lima Bean (*Paseolus lunatus*) Starch. *Food Hydrocoloids* 21: 472-479.
- Dewi, N.S.,Prananto,N.H.R.,Ridwan, A. 2012. Karakteristik Sifat Fisikokimia Tepung Bengkuang (*Pachyrhizus Erosus*) Dimodifikasi Secara Asetilasi Dengan Variasi Konsentrasi Asam Asetat Selama Perendaman. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 7 (2) :104-112.
- Gunaratne, A. dan Hoover, R. 2002. Effect of heat–moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. *Carbohydrate Polymer*. 49: 425-437.
- Hakiki, G. 2014. Ringkasan Eksekutif Pengeluaran dan Konsumsi Penduduk Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Haryadi. 1999. Teknologi Pengolahan Pangan Nabati. PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertanian, Bogor.
- Hayashi, K., Hara H., Asvarujanon P., Aoyama Y and Luangpituksa P. 2001. Ingestion Of Insoluble Dietary Fiber Increased Zinc And Iron Absorption And Restored Growth Rate And Zinc Absorption Suppressed By Dietary In Rats. *British journal of nutrition*. 86 (4): 443-451.
- Hidayat, B., Kalsum N, dan Surfiana. 2009. Karakterisasi Tepung Ubi Kayu Modifikasi Yang Diproses Menggunakan Metode Prigelatinisasi Parsial (Characterization of Modified Cassava Flour Processed Through Partial Prigelatinisation Method). *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 14 (2): 148-159
- Honestin, T. 2007. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas*). *Skripsi*. Departemen Ilmu Dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Indrasti, F. 2004. Pemanfaatan Tepung Talas Belitung (*Xanthosoma saginifolium*) dalam Pembuatan Cookies. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian, Bogor.
- Jacobs, H. dan Delcour, J.A. (1998). Hydrothermal modifications of granular starch, with retention of the granular structure: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46(8): 2895-2905.
- Miyoshi, E. 2001. Effect of Heat-Moisture Treatment and Lipids on Gelatinization and Retrogradation of Maize and Potato Starches. *Cereal Chem*, 79 (1): 72-77.

- Nurhayati., Jenie, B.S.L., Widowati S dan Kusumaningrum H.D.2012. Komposisi Kimia dan Kristanilitas Tepung Pisang Termodifikasi Secara Fermentasi Spontan dan Siklus Pemanasan Bertekanan-Pendinginan. *Agritech* 34 (2) : 146-150.
- Pangesti, Y.D., Parnanto, N.H.R., Ahmad, R. 2014. Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Bengkuang (*Pachyrhizus Erosus*) Dimodifikasi Secara Heat Moisture Treatment (HMT) dengan Variasi Suhu. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3 (3): 72-77.
- Prabowo, B. 2010. Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Millet Kuning dan Tepung Millet Merah. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Senanayake, S., Gunaratne, A., Ranawera, K.K.D.S., dan Bamunuarachchi, A. 2013. Effect of Heat Moisture Treatment Conditions On Swelling Power And Water Soluble Index Of Different Cultivars Of Sweet Patato (Ipomea Batatas (L). Lam) starch. *ISRN Agronomy. Hindawi Publishing Corporation*. 1-4.
- Subandoro, R.H. 2013. Pemanfaatan Tepung Millet Kuning Dan Tepung Ubi Jalar Kuning Sebagai Substitusi Tepung Terigu Dalam Pembuatan Cookies Terhadap Karakteristik Organoleptik Dan Fisikokimia. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2 (4): 68-74.
- Sumarlin. 2011. Karakterisasi Pati Biji Duria (*Durio zibethinus* Murr) Dengan Heat Moisture Treatment (HMT). *Skripsi*. Program syudi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- Winarno. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Wootton, M. dan Bamunuarachchi, A. (2006). Water Binding Capacity of Commercial Produced Native and Modified Starches. *Starch*. 30(9):306-309.