

PENGARUH SUHU DAN WAKTU PROSES MODIFIKASI *HEAT MOISTURE TREATMENT (HMT)* PADA TEPUNG KULIT SINGKONG TERHADAP SIFAT KELARUTAN DAN *SWELLING POWER*

Indah Riwayati*, Ahmad Choirul Anam dan Farikha Maharani

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 5023

*Email: indahriwayati@unwahas.ac.id

Abstrak

Kulit singkong merupakan limbah dari industri tepung tapioka yang belum dimanfaatkan dengan maksimal. Padahal kulit singkong ini mempunyai kandungan gizi yang tidak kalah dengan singkong nya, sehingga mempunyai potensi untuk dimanfaatkan dengan cara diolah menjadi tepung. Pemanfaatan tepung kulit singkong sebagai bahan pangan terkendala dengan karakteristik bahan yang tidak memenuhi kebutuhan untuk dibuat menjadi produk tertentu. Oleh karena itu diperlukan proses modifikasi sebelum dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai bahan produk makanan. Salah satu metode modifikasi tepung adalah dengan Heat Moisture Treatment (HMT). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh suhu dan lama waktu perlakuan HMT pada tepung kulit singkong terhadap sifat kelarutan dan swelling power. Teknik Heat Moisture Treatment dipakai untuk memodifikasi tepung kulit singkong ini agar tepung yang dihasilkan menjadi lebih baik lagi, dengan variable suhu 90°C, 100°C, 110°C dan lama pemanasan 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, dengan kadar air awal 28%. Kemudian dilakukan analisa swelling power, solubility dan analisa proksimat, dari hasil analisa didapatkan hasil swelling power dan solubility nya menurun dari tepung kulit singkong alami. Hasil solubility dan swelling power terendah yang diperoleh pada penelitian ini diperoleh pada suhu 100°C waktu 5 jam dengan solubility sebesar 6% dan swelling power sebesar 9,4.

Kata kunci: Kulit singkong, Tepung modifikasi, Heat Moisture Treatment

1. PENDAHULUAN

Proses pengolahan singkong (*Manihot esculenta crantz*) seperti pada industri pembuatan tepung tapioka menghasilkan limbah kulit yang tidak dapat seluruhnya dimanfaatkan dengan baik. Hal ini dapat menjadi potensi masalah bagi lingkungan. Produktivitas singkong di Indonesia sebesar 21.801.415 ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2018). Jika rata rata komposisi kulit singkong sebesar 16% dari bobot total umbi, maka akan ada sejumlah 3.488.226 ton/tahun limbah yang dihasilkan. Secara umum pemanfaatan kulit singkong selama ini hanya sebagai pakan tambahan pada ternak sapi dan kambing dengan nilai ekonomi yang rendah atau tidak dipergunakan sama sekali dan dibuang sebagai limbah (Sarlina dkk., 2017).

Telah banyak penelitian yang dilakukan mengenai potensi penggunaan kulit singkong sebagai olahan pangan, seperti pembuatan *cookies* (Cahyaningtyas, 2014), *muffin* (Pratiwi, 2013), mi sagu instan (Siagian, 2013) dan *chiffon cake* (Fitriani dan Hersoelistyorini, 2012). Selain sebagai olahan pangan, kulit singkong mempunyai potensi untuk

dimanfaatkan sebagai bahan kompos (Adiaha, 2017), karbon aktif (Gin dkk., 2014), ransum unggas (Stephanie dan Purwadaria, 2013; Shofiyah dkk., 2017), bioetanol (Erna dkk., 2016; Widyastuti, 2019), biogas dan biobriket (Kartini dkk., 2018).

Kulit singkong mempunyai potensi untuk dipergunakan sebagai sumber bahan pangan karena kandungan nutrisinya. Kandungan gizi yang ada dalam 100 gr kulit singkong meliputi 44-59% pati, 1,5- 3,7% protein, 0,8-2,1% lemak, 17,5-27,4% serat, 7,9-10,3% air, 0,2-2,3% abu serta mineral seperti kalsium, magnesium dan fosfor. Disamping itu kulit singkong juga mengandung asam sianida (HCN) sebesar 18-309,4 ppm per 100 gram (Richana dan Waridah 2016). Kandungan asam sianida dalam singkong harus dihilangkan terlebih dulu apabila akan dipergunakan sebagai sumber bahan pangan.

Salah satu cara untuk menjadikan kulit singkong sebagai bahan pangan adalah dengan diolah menjadi tepung. Tepung kulit singkong dapat diolah lebih lanjut menjadi makanan seperti kue, biscuit, mie dan makanan lainnya yang terbuat dari tepung terigu. Sifat tepung kulit singkong tidak sama dengan tepung terigu

jika dipergunakan untuk membuat makanan sseperti yang disebutkan sebelumnya. Oleh karena itu diperlukan proses tambahan untuk meningkatkan karakteristik tepung kulit singkong sehingga dapat dipergunakan untuk pembuatan berbagai jenis makanan.

Modifikasi tepung kulit singkong yang telah dilakukan adalah melalui proses asetilasi diperoleh peningkatan sifat *swelling power* dan *solubility* serta jumlah gugus karboksil (Syahfitri, 2017). Proses fermentasi kulit singkong dengan menggunakan starter dari limbah kubis dan sawi terbukti meningkatkan peningkatan protein dan biomassa (Hersoelistyorini dkk., 2012). Sedangkan fermentasi tepung kulit singkong dengan penambahan angkak dapat menghilangkan asam sianida (HCN) dan meningkatkan kandungan protein (Ayuningtyas dkk., 2016).

Heat Moisture Treatment (HMT) merupakan metode modifikasi pati secara fisik dengan memberikan perlakuan panas pada suhu diatas suhu transisi gelas namun masih dibawah suhu gelatinasi dengan kondisi kadar air terbatas (> 35%) selama waktu tertentu. Modifikasi HMT pada tepung talas kimpul mempengaruhi kadar air, kadar amilosa dan *swelling power*, tetapi tidak berpengaruh terhadap kelarutannya (Putra dkk., 2016). Sedangkan pada tepung singkong diperoleh hasil kenaikan *swelling power* dan penurunan kandungan pati dan sifat kelarutannya (Dudu dkk., 2019).

Kenaikan suhu pada *Heat moisture treatment* menyebabkan kenaikan *swelling power* dan *solubility* dari sorgum merah (Adebowale dkk., 2005). Pada tepung talas Banten, HMT menyebabkan penurunan *swelling volume* dan kenaikan *solubility* (Fetriyuna dkk., 2016), sedangkan pada tepung bengkuang HMT menghasilkan tepung termodifikasi dengan karakteristik lebih baik daripada yang tidak memperoleh perlakuan (Setiyoko dkk., 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat tepung kulit singkong termodifikasi secara fisik dengan proses *Heat Moisture Treatment* (HMT). Secara khusus mengevaluasi pengaruh suhu dan lama waktu perlakuan. Metode ini diharapkan dapat mengubah struktur tepung kulit singkong sehingga menghasilkan tepung termodifikasi yang memiliki sifat fisikokimia lebih baik. Karakteristik tepung kulit singkong yang lebih baik akan memberikan peluang sebagai bahan substitusi atau bahan dasar produk makanan.

2. METODOLOGI

Bahan

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit singkong (bagian dalam yang berwarna putih) dan bahan pendukung lainnya *aquades*, *alluminium foil*, dan bahan kimia untuk analisis proksimat.

Alat

Peralatan yang digunakan diantaranya *disc mill*, *cabinet dryer*, pengayak 100 mesh, pipet, tabung sentrifugasi, spatula, beaker glass, vortex, gelas ukur, *waterbath*, cawan alluminium, desikator, *hotplate* stirer, thermometer raksa, refrigerator, botol semprot.

Tahapan percobaan

Pembuatan Tepung Kulit Singkong

Kulit singkong segar dibersihkan dengan cara dicuci. Setelah itu, direndam menggunakan air sebanyak 3.000 ml untuk 1 kg kulit singkong dan garam 5% selama 3 jam. Setelah perendaman selesai, kulit singkong ditiriskan dan dijemur sampai kering, kulit singkong yang sudah kering lalu dihaluskan dengan mesin *disc mill* sampai menjadi tepung. Tepung yang dihasilkan diayak menggunakan ayakan 100 mesh sehingga mendapatkan tepung kulit singkong yang halus dan ukurannya seragam.

Proses Modifikasi

Sebelum dilakukan modifikasi *heat moisture treatment*, tepung kulit singkong diatur kadar airnya menjadi 28%. Cara pengaturan kadar air dengan penyemprotan *aquadest* serta pengadukan secara manual. Jumlah *aquadest* yang ditambahkan dihitung menggunakan prinsip kesetimbangan massa. Menurut Adebowale dkk. (2005) rumus kesetimbangan massa yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$(100\% - KA1) \times BP1 = (100\% - KA2) \times BP2$$

Keterangan:

KA1 = Kadar air kondisi awal (%bb)

KA2 = Kadar air pati yang diinginkan (%bb)

BP1 = Bobot pati pada kondisi awal

BP2 = Bobot pati setelah mencapai KA2

Setelah kadar airnya mencapai 28%, tepung kulit singkong dibungkus dalam *alluminium foil* kemudian ditempatkan dalam loyang. Tepung didinginkan dalam refrigerator pada suhu 4°C – 5°C selama 24 jam untuk

penyeragaman kadar air. Kemudian dilakukan pemanasan dilakukan pada suhu dan waktu sesuai dengan variable yang telah ditetapkan sesuai dengan perlakuan untuk proses modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT). Pemanasan dilakukan dengan menggunakan *oven cabinet* pada suhu 90°C, 100°C dan 110°C dengan lama waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam.

Tepung yang telah diberi perlakuan pemanasan selanjutnya dibuka untuk dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C selama 4 jam dan selanjutnya digiling dengan menggunakan *grinder* kemudian diayak dengan ayakan berukuran 100 mesh.

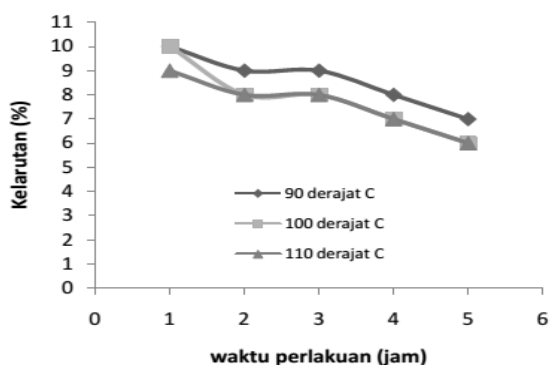
Analisa

Analisa *swelling power* dilakukan dengan metode sentrifugasi (Artiani dan Yohanita, 2010). Parameter *solubility* dengan metode yang dijelaskan pada penelitian yang dilakukan oleh Senayake dkk. (2013), sedangkan analisa proksimat dengan metode standar AOAC (AOAC, 1995).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Suhu dan Waktu Pemanasan Terhadap *Solubility*

Suhu dan waktu perlakuan *heat moisture treatment* (HMT) berpengaruh terhadap sifat kelarutan tepung kulit singkong. Hal ini seperti yang terlihat pada Gambar 1. Berdasarkan data yang terlihat pada Gambar 1., sifat *solubility* menurun seiring dengan kenaikan suhu dan lama waktu perlakuan.



Gambar 1. Grafik Hubungan Lama Pengerinan dan suhu Modifikasi HMT terhadap *Solubility*

Semakin tinggi suhu maka nilai kelarutannya semakin rendah. Demikian juga semakin lama waktu perlakuan, maka semakin

rendah juga nilai kelarutannya. *Solubility* tepung kulit singkong sebelum dimodifikasi sebesar 11%. Setelah perlakuan HMT dengan waktu yang semakin lama diperoleh nilai kelarutan yang semakin rendah. Kelarutan terendah diperoleh pada suhu 100°C dengan lama waktu perlakuan 5 jam dan diperoleh *solubility* sebesar 6%. Penurunan nilai *solubility* pada tepung kulit singkong dengan perlakuan HMT berkaitan dengan penguatan interaksi amilopektin-amilosa atau amilosa-amilosa pati yang ada dalam tepung kulit singkong (Dudu dkk., 2019).

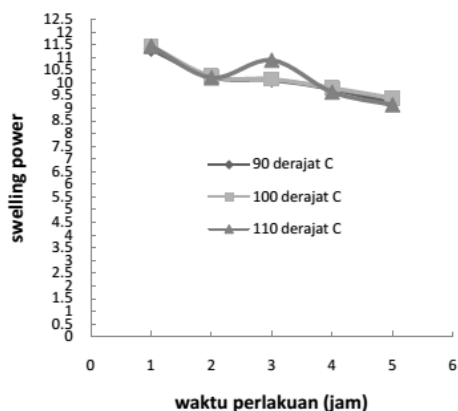
Solubility merupakan sifat yang berkaitan dengan kemudahan molekul air untuk berinteraksi dengan molekul dalam granula pati. Nilai kelarutan tepung kulit singkong modifikasi lebih rendah dibandingkan dengan kelarutan tepung kulit singkong alami (kelarutan 11%) yang digunakan dalam penelitian ini. Kecenderungan penurunan sifat *solubility* ini hampir sama dengan hasil yang diperoleh pada talas kimpul yang dimodifikasi dengan HMT (Putra dkk., 2016), kentang (Kulp dan Lorenz, 1981) dan tepung bengkuang (Setiyoko dkk., 2018).

Imbibisi air selama modifikasi HMT menyebabkan adanya pengaturan kembali molekul amilosa dan amilopektin dalam granula pati yang berdampak pada terjadinya perubahan sifat fisikokimia pati (Herawati, 2010). Perubahan struktur pati menyebabkan hilangnya gugus hidroksil bebas yang menjadikan kelarutan turun (Sumarlin, 2011), termasuk turunnya indeks kelarutan tepung kulit singkong hasil modifikasi HMT. Kelarutan tepung kulit singkong modifikasi ini juga mendekati kelarutan dari tepung gadung yaitu 7% dan tepung gandum 7%.

Pengaruh Suhu dan Waktu Pemanasan Terhadap *Swelling Power*

Variabel suhu dan lama waktu perlakuan HMT mempengaruhi *swelling power* tepung kulit singkong. Pengaruh kedua variable tersebut seperti terlihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, *swelling power* tepung kulit singkong termodifikasi HMT cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya suhu dan lama waktu perlakuan. Sifat *swelling power* tepung kulit singkong termodifikasi HMT juga lebih kecil dibandingkan dengan tepung kulit singkong yang tidak termodifikasi (alami). Nilai *swelling power* tepung kulit singkong alami pada penelitian ini diperoleh

sebesar 14,48. Tepung kulit singkong termodifikasi HMT mempunyai nilai *swelling power* terendah 9,14 yang diperoleh pada suhu 110°C dengan lama waktu perlakuan 5 jam.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu pengeringan dan suhu modifikasi HMT terhadap *swelling power*

Daya kembang pati (*swelling power*) didefinisikan sebagai pertambahan volume dan berat maksimum yang dialami pati dalam air. Perlakuan modifikasi HMT dapat menurunkan nilai *swelling volume* dari tepung kulit singkong. Penurunan nilai *swelling power* berhubungan dengan adanya perubahan susunan kristalit pati serta interaksi antar komponen pati pada sisi amorf granula saat perlakuan. Terjadi transformasi amilosa amorf menjadi bentuk heliks yang menyebabkan peningkatan interaksi antara rantai amilosa (Adebowale dkk., 2015). Selain itu proses HMT akan menyebabkan molekul granula pati menjadi lebih rapat sehingga lebih sulit untuk mengalami pembengkakan (*swelling*) (Ramadhan dan Kurnia, 2009).

Dari grafik terlihat bahwa suhu dan lama waktu perlakuan HMT menyebabkan penurunan nilai *swelling power*. Kandungan amilosa yang terdapat pada tepung kulit singkong berkaitan dengan nilai *swelling power*. Menurut Fatchuri dan Wijayatiningrum (2009) tepung dengan amilosa tinggi akan menghalangi *swelling*, sehingga semakin tinggi amilosa maka *swelling power*nya juga semakin rendah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lorlowhakarn dan Naivikul (2006) yang memodifikasi tepung beras dengan metode HMT sebagai bahan baku mie. Mereka mendapatkan hasil bahwa *swelling power* dan *solubility* pada pati beras

termodifikasi yang dilakukan pada suhu 110°C dan 120°C dengan variabel waktu pemanasan 1 jam, 3 jam, dan 5 jam mengalami penurunan dibandingkan dengan pati beras alami. Kecenderungan penurunan nilai *swelling power* juga diperoleh pada tepung bengkoang modifikasi HMT (setiyoko dkk., 2018).

Analisa proksimat tepung kulit singkong modifikasi

Analisa proksimat meliputi kadar air, kadar abu, lemak dan protein dilakukan setelah perlakuan HMT pada tepung kulit singkong. Modifikasi *Heat Moisture Treatment* ini berpengaruh terhadap kandungan proksimat pada tepung kulit singkong seperti yang terlihat pada Tabel 1. Beberapa parameter analisa proksimat mengalami kenaikan seperti kadar air dan protein. Sedangkan ada beberapa parameter yang mengalami penurunan nilai seperti kadar lemak dan kadar abu. Prose pemanasan pada perlakuan HMT memungkinkan terjadinya interaksi molekul karbohidrat, protein dan lemak. Hal ini dapat menyebabkan penurunan nilai lemak dan protein (Nurhayati dkk., 2012).

Tabel 1. Perbandingan Analisa Proksimat tepung kulit singkong termodifikasi HMT dan non modifikasi

Parameter	Tepung termodifikasi (HMT) (%)	Tepung non modifikasi (%)
Kadar air	12,15	8,60
Kadar abu	2,37	5,53
Serat kasar	19,19	20,95
Lemak	1,07	2,98
Protein	9,82	6,48

Hasil penelitian menunjukkan kandungan protein dan kadar air sudah memenuhi standar nasional Indonesia. Untuk SNI tepung terigu mensyaratkan kadar air maksimal 14,5%, kadar abu maksimal 0,7% dan kadar protein minimal 7%. Tepung kulit singkong hasil modifikasi HMT telah memenuhi SNI tepung terigu untuk parameter kadar air dan protein sedangkan kadar abu belum memenuhi standar SNI tepung terigu.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi tepung kulit singkong dengan metode *Heat Moisture Treatment* dapat

menurunkan nilai *swelling power* dan *solubility*. Kondisi terbaik didapatkan pada waktu 4 jam dan suhu 90 °C dengan hasil mendekati dengan *swelling power* dan *solubility* tepung terigu. Setelah dilakukan modifikasi didapatkan hasil analisa proksimat yang cukup baik, sehingga tepung kulit singkong ini dapat dikembangkan sebagai bahan produk olahan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K.O., Owolabi, B.I.O., Olayinka, O.O., Lawal, O.S., 2005. Effect of heat Moisture Treatment and Annealing on Physicochemical Properties of Red Sorghum Starch, *African Journal of Biotechnology* Vol. 4 (9), pp. 928-933
- Adebowale, K.O., T.A. Afolabi & B.I. Olu-Owolabi. 2015. Hydrothermal treatments of Finger Millet (*Eleusine coracana*) starch. *Food Hydrocolloids* 19: 974-983.
- Adiaha, M.S., 2017. Potential of Cassava Peel as a Biotechnical nutrient carrier for Organic Fertilizer Production to Increase Crop Production and Soil Fertility, *World Scientific News* 72, pp. 103-107
- AOAC, 1995. Analysis of the Association of Official Agriculture Chemistry. In *Official Methods of Analysis*, 16th Edition. Gaithersburg, Maryland: AOAC International.
- 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.
- Artiani, P.A. dan Yohanita, R.A. 2010. Modifikasi Cassava Starch Dengan Proses Acetylasasi Asam Asetat Untuk Produk Pangan. Skripsi. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ayuningtyas, I., Hartini, S., Cahyanti, M.N., 2016. Optimasi Pembuatan Tepung Ferkusi (fermentasi Kulit Singkong) Ditinjau dari Variasi Penambahan Angkak, *Jurnal aplikasi teknologi Pangan*, Vol. 5 No. 2, pp. 44-50
- Badan Pusat Statistik. 2008. Luas Produktivitas Tananaman Ubi Kayu di Seluruh provinsi Tahun 2012. Badan Pusat Statistik.
- Cahyaningtyas, H.F. 2014. Penggunaan tepung kulit ubi kayu pada pembuatan cookies. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian. UGM: Yogyakarta.
- Dudu, O.E., Oyedeji, A.B., Oyeyinka, S.A., Ma, Y., 2019. Impact of Steam-Heat-Moisture Treatment on Structural and Functional Properties of Cassava Flour and Starch, *International Journal of Biological Macromolecules* 126, pp. 1056-1064
- Erna, Said, I. dan Abram, P. H., 2016. Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) Melalui Proses fermentasi, *Jurnal Akademika kimia*, Vol. 5, No. 3, pp. 121-126
- Fatchuri, A. dan Wijayatiningrum, F.N. 2009. Modifikasi Cassava Starch dengan Proses Oksidasi Sodium Hypoclorite untuk Industri Kertas. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang. Makalah Seminar Penelitian.
- Fetriyuna, Marsetio, Pratiwi, R.L., 2016. Pengaruh lama Modifikasi Heat-Moisture Treatment (HMT) Terhadap Sifat Fungsional dan Sifat Amilografi Pati Talas Banten (*Xanthosoma undipes* K. Kock), *Jurnal penelitian Pangan*, Vol. 1, No. 1, pp. 44-50
- Fitriani, N.D. dan Hersoelityorini, W., 2012. Substitusi Tepung Kulit Singkong Terhadap Daya Kembang, Kadar Serat dan Organoleptik pada *Chiffon Cake*, *Jurnal Pangan dan Gizi*, Vol. 03, No. 05
- Gin, W.A., Jimoh, A, Abdulkareem, A.S. and Giwa, A., 2014. Utilization of Cassava Peel Waste as a Raw Material for Activated Carbon Production: Approach to Environmental Protection in Nigeria, *International Journal of Engineering Research & Technology*, Vol. 3 Issues 1, pp. 35-42
- Herawati, D. 2010. Modifikasi Pati Sagu dengan Teknik Heat Moisture Treatment (HMT) dan Aplikasinya dalam Memperbaiki Kualitas Bihun. [Tesis]. Program Pascasarjana, IPB, Bogor.
- Hersoelityorini, W., Utama, C.S., Suyanto, A., 2012. Aplikasi Proses Fermentasi Kulit Singkong Menggunakan Starter Asal Limbah Kubis dan Sawi pada Pembuatan Pakan Ternak Berpotensi Probiotik, prosiding Seminar Hasil Penelitian LPPM Unimus. Semarang
- Kartini, A.M., Fitria, F.L. dan Kadhafi, M., 2018. Pemanfaatan Limbah Produksi Tape Singkong sebagai Sumber Energi Alternatif Biogas dan Biobriket untuk Industri Rumah Tangga, *Warta Pengabdian*, Vol. 12, No. 2, pp. 271-281

- Kulp, K. dan Lorenz, K. (1981). Heat-moisture treatment of starches: I. physicochemical properties. *Cereal Chemistry* 58(1): 46-48.
- Lorlowhakarn, K. and O. Naivikul. 2006. Modification of rice flour by UV irradiation to improve rice noodle quality, pp.323-328. In *Starch update 2005: The 3rd conference on starch technology*. Bangkok: National center for genetic engineering and biotechnology (BIOTEC), National science and technology development agency (NSTDA) and Ministry of science and technology (MOST).
- 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.
- Pratiwi, I.D. 2013. Pengaruh substitusi tepung kulit ubi kayu terhadap kualitas Muffin. Skripsi. Jurusan Teknologi Jasa dan Produksi. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Putra, I.N.K., Wisaniyasa, N.W., Wiadnyani, A.A.I.S., 2016. Optimasi Suhu Pemanasan dan Kadar Air pada Produksi Pati Talas Kimpul Termodifikasi dengan Teknik Heat Moisture treatment (HMT), *AgriTech*, Vol. 36, No. 3, pp. 302-307
- Ramadhan, Kurnia. 2009. Aplikasi Pati Sagu Termodifikasi Heat Moisture Treatment Untuk Pembuatan Bihun Instan. Skripsi Sarjana Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor.
- Richana, N. dan Waridah N., 2016. Menggali Potensi Ubi Kayu dan Ubi Jalar, Nuansa, Jakarta
- Sarlina, Wahyuni, S., Sadimantara, M.S., 2017. Penilaian Organoleptik Tepung Kulit Ubi Kayu Termodifikasi Ragi Tape, *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, Vol.2, No. 5, pp. 863-872
- 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 Potato (*Ipomea Batatas* (L). Lam) starch. *ISRN Agronomy*. Hindawi Publishing Corporation. 1-4
- Setiyoko, A., Nugraeni, Hartutik, S., 2018. Optimasi Suhu dan Kadar Air pada Proses Produksi Tepung bengkung Termodifikasi dengan Teknik Heat Moisture treatment (HMT) Sebagai Bahan Baku Mie Basah, *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan*, Yogyakarta.
- Shofiyah, S., Sarengat, W., dan Muryani, R., 2017. Pengaruh penggunaan Tepung Kulit Singkong Terfermentasi dalam Ransum Terhadap Performans Puyuh Jantan, *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, Vol. 14., No. 25, pp. 100-107
- Siagian, U.W., Johan, V.S., Pato, U., 2013. Pemanfaatan Tepung Kulit Singkong dalam Pembuatan Mi Sagu Instan, *SAGU*, Vol. 12, No. 2, pp. 32-39
- Stephanie dan Purwadaria, T., 2013. Fermentasi Substrat Padat Kulit Singkong sebagai Bahan Pakan ternak Unggas, *Wartazoa*, Vol. 23 No. 1, pp. 15-22
- Sumarlin. 2011. Karakterisasi Pati Biji Duria (*Durio zibethinus* Murr) Dengan Heat Moisture Treatment (HMT). Skripsi. Program syudi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- Syahfitri, S.A., 2017. Karakteristik Modifikasi Pati Kulit Singkong dengan Proses Asetilasi, laporan Tugas Akhir, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang
- Widyastuti, P., 2019. Pengolahan Limbah Kulit Singkong sebagai Bahan Bakar Bioetanol Melalui Proses Fermentasi, *Jurnal Kompetensi Teknik*, Vol. 11, No. 1, pp. 41-46.