

# **SKRIPSI**

## **MODIFIKASI TAPIOKA DENGAN METODE ULTRASONIK SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN MI TANPA TEPUNG TERIGU**

***TAPIOCA MODIFICATION BY ULTRASONIC METHOD AS A  
BASIC INGREDIENT FOR MAKING NOODLE  
WITHOUT WHEAT FLOUR***



**Clara Rosalinda  
05031281621084**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

## SUMMARY

**CLARA ROSALINDA.** Tapioca Modification by Ultrasonic Method as a Basic Ingredient for Making Noodle Without Wheat Flour (Supervised by **FILLI PRATAMA** and **TRI WARDANI WIDOWATI**).

The objective of this research was to determine the effect of frequency and incubation period of ultrasonic on the characteristics of ultrasonic-modified tapioca noodles. The experiment was designed as a Factorial Completely Randomized Design with two treatment factors and each treatment was repeated three times . The first factor was frequency (20 kHz and 40 kHz) and the second factor was incubation period (40, 45 and 50 minutes). The observed parameters on noodle were color, texture, water absorption, cooking loss, water content and organoleptic test, while parameter on modified tapioca were water solubility index and swelling power. The results showed that the frequency, incubation period and interaction between two factors significantly affected the texture, water absorption and cooking loss of noodle; the frequency and incubation time significantly affected the swelling power and water solubility index of modified tapioca, while the frequency significantly affected water content of noodle. Hedonic test showed that the most preferred noodle was made of A1B2 treatment (20 kHz, 45 minutes) with hedonic score of 1.76 (flavor); 2.12 (texture); 2.08 (over all appearance) with characteristics of noodle for lightness (72.70%), redness (6.43), yellowness (8.73), texture (73.23 gf), water absorption (29.36%), cooking loss (43.15%) and water content (69.1%).

## RINGKASAN

**CLARA ROSALINDA.** Modifikasi Tapioka dengan Metode Ultrasonik sebagai Bahan Baku Pembuatan Mi Tanpa Tepung Terigu (Supervised by **FILLI PRATAMA** dan **TRI WARDANI WIDOWATI**).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh lama waktu kontak dan frekuensi pada karakteristik mi berbahan dasar tapioka modifikasi ultrasonik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua faktor perlakuan dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Faktor pertama yaitu frekuensi (20 kHz dan 40 kHz) dan faktor kedua yaitu waktu kontak (40, 45 dan 50 menit). Parameter yang diamati pada produk mi meliputi warna, kekerasan, daya serap air, *cooking loss*, kadar air dan uji organoleptik sedangkan untuk tapioka modifikasi yang diamati adalah *swelling power* dan *water solubility index*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan frekuensi, waktu kontak dan interaksi antar kedua faktor berpengaruh nyata terhadap tesktur, daya serap air dan *cooking loss* mi; frekuensi dan waktu kontak berpengaruh nyata terhadap *swelling power* dan *water solubility index* tapioka modifikas serta faktor frekuensi berpengaruh nyata terhadap kadar air mi. Berdasarkan uji hedonik terhadap mi berbahan dasar tapioka modifikasi perlakuan yang paling disukai panelis adalah perlakuan A1B2 (20 kHz, 40 menit) dengan skor 1,76 (aroma), 2,12 (kekerasan) dan 2,08 (kenampakan secara keseluruhan) dengan karakteristik *lightness* (72,70%), *redness* (6,43), *yellowness* (8,73), kekerasan (73,23 gf), daya serap air (29,36%), *cooking loss* (43,15%) dan kadar air (69,1%).

## **SKRIPSI**

### **MODIFIKASI TAPIOKA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ULTRASONIK SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN MI TANPA TEPUNG TERIGU**

***TAPIOCA MODIFICATION BY ULTRASONIC METHOD AS A  
BASIC INGREDIENT FOR MAKING NOODLE  
WITHOUT WHEAT FLOUR***

Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Clara Rosalinda  
05031281621084**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

### MODIFIKASI TAPIOKA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ULTRASONIK SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN MI TANPA TEPUNG TERIGU

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian

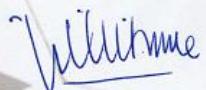
Oleh:

Clara Rosalinda  
05031281621084

Indralaya, Mei 2020

Pembimbing I

Pembimbing II



Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc., (Hons). Ph. D  
NIP. 196606301992032002

Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.  
NIP. 196305101987012001

Mengetahui,

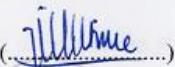
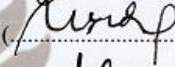
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.  
NIP. 196012021986031003

Skripsi dengan Judul "Modifikasi Tapioka dengan Metode Ultrasonik sebagai Bahan Dasar Pembuatan Mi Tanpa Tepung Terigu" oleh Clara Rosalinda telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 05 Mei 2020 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc.,(Hons),Ph.D. Ketua  
NIP. 196606301992032002 
2. Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P. Sekretaris 
3. Dr. Ir. Hj. Umi Rosidah, M.S. Anggota 
4. Dr. Merynda Indriyani Syafutri,S.TP.,M.Si. Anggota 

Indralaya, Mei 2020  
Koordinator Program Studi  
Teknologi Hasil Pertanian

  
Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P.  
NIP. 196305101987012001

Ketua Jurusan  
Teknologi Pertanian

  
Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.  
NIP. 196208011988031002

## **PERNYATAAN INTERGRITAS**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Clara Rosalinda  
NIM : 05031281621084  
Judul : Modifikasi Tapioka dengan Metode Ultrasonik sebagai Bahan Dasar Pembuatan Mi Tanpa Terigu

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak siapapun.



Inderalaya, 10 Juni 2020

METERAI  
TEMPEL  
B7 26AHF257204278  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH

Clara Rosalinda

## **RIWAYAT HIDUP**

“*Promise what you can deliver, then deliver more than your promise*” adalah prinsip hidup penulis yang dilahirkan di Gumawang, 9 Juli 1998. Penulis merupakan anak kedua dari enam bersaudara dari orangtua bernama Bapak Herman dan Ibu Atik Rohayati.

Riwayat pendidikan formal yang ditempuh penulis yaitu pendidikan sekolah dasar di SD Charitas 01 Belitang selama 6 tahun dinyatakan lulus pada tahun 2010. Pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Belitang selama 3 tahun dan dinyatakan lulus pada tahun 2013. Kemudian menempuh beasiswa di SMA Negeri Sumatera Selatan (*Sampoerna Academy*) selama tiga tahun dan lulus pada tahun 2016. Pendidikan strata 1 sejak Agustus 2016 hingga saat ini melalui jalur SBMPTN di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Penulis telah melaksanakan praktik lapangan di PT Belitang Panen Raya pada Mei 2019 dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Padang Bindu, Kecamatan Mulak Sebingkai, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan pada bulan Juni sampai Juli 2019. Penulis adalah mahasiswa aktif dalam kegiatan di luar kampus, seperti Mahasiswa Berprestasi Universitas Sriwijaya 2019, Mahasiswa Berprestasi Utama Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya 2019, ASEAN International Mobility Students Jepang 2018, Gadis 1 Fakultas Pertanian 2017, aktif sebagai pembicara mengenai potensi diri dan aktif kampanye *Love Yourself* bersama UNICEF, aktif dalam KORPS Asisten Laboratorium Dasar Bersama Kimia Umum, aktif dalam kepenulisan ilmiah dan non-ilmiah serta *public speaking*, Ketua Departemen Kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Peduli Pangan Indonesia, serta aktif sebagai Bendahara Umum *Young Entrepreneur Sriwijaya*.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur dipanjangkan kehadirat Allah SWT, Yang Maha Kaya, Pemberi Petunjuk, Pengasih dan Cendekiawan, karena berkat segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "**Modifikasi Tapioka dengan Metode Ultrasonik sebagai Bahan Dasar Pembuatan Mi Tanpa Terigu**" dengan benar dan sesuai harapan. Sholawat serta salam penulis curahkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya. Semoga ajaran Nabi Muhammad SAW untuk menuntut ilmu selalu menjadi motivasi penulis dan pembaca.

Selama melaksanakan perkuliahan hingga penulisan skripsi penulis mendapatkan dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi ini, terutama:

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Ketua Jurusan Teknologi Peratnaian dan Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc (Hons), Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing pertama skripsi yang selalu meluangkan waktu, memberikan motivasi, nasihat, arahan, saran, solusi, semangat dan doa kepada penulis mengenai kehidupan dan perkuliahan.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P. selaku dosen pembimbing kedua skripsi yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, saran, solusi serta bimbingan kepada penulis.
5. Ibu Dr. Ir. Hj. Umi Rosidah, M.S. dan Dr. Merynda Indriyani Syafutri,S.TP., M.Si. selaku pembahas makalah dan penguji skripsi yang telah memberikan masukan, arahan, bimbingan, motivasi serta doa kepada penulis.
6. Bapak dan ibu dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik, memotivasi dan membimbing penulis dalam berbagai hal.
7. Staf administrasi akademik Jurusan Teknologi Pertanian dan staf laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian atas bantuan yang diberikan.

8. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Herman dan Ibunda Atik Rohayati terimakasih karena selalu merawat, mendidik, menjaga serta selalu menyayangi dan memotivasi, serta kepada adik-adikku yang selalu menjadi motivasi utamaku untuk terus maju dan berkembang. Semoga Allah S.W.T senantiasa melimpahkan rahmat-Nya untuk kita semua.
9. Pamanku Dedeck Darmansyah dan Bibi Arti yang selalu mendukung, mendorongku untuk maju dan memberikan doa kepada penulis.
10. *Seven mikrokosmos* yang selalu memberikan motivasi dan melatih *inner peace* penulis dalam mencintai diri sendiri, mengembangkan potensi, memberikan semangat dan berjuang keras dengan darah, keringat dan air mata untuk menggapai cita-cita. Terimakasih karena telah memberikan pengalaman bahwa hidup tiada mungkin tanpa perjuangan dan tanpa pengorbanan.
10. Agung Praja Pratama, Amalia Ika Rahmadhani, Dela Pusvita, Tamila Oktoviani, Thio Dorris Juni Asnita, Ary Rahma Padilla, Dinda Erina Sari, Kania Zsalsabillah dan Erna Yusnina Eka Putri selaku sahabat yang telah membantu, memberi semangat, masukan dan doa.
11. Teman-teman *Asean International Mobility Students* 2018 dan THP 2016 yang meneman dan membantu penulis dalam perkuliahan.
12. Kakak-kakak yang hebat dan selalu memberikan dukungan kepada penulis; kak Dinah Bharinda S.TP, Rades Siji Gusti Asih, Citra Pratiwi Prayitno S. TP, Rizky Utami S.P (UGM), Sanjaya S.T, Dheo Alviansyah S.T dan Fanny Astari S.TP yang selalu memberikan saran, berbagai cerita, memotivasi dan membantu penulis selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
13. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat saya tuliskan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan sumbangsih pemikiran kepada perkembangan ilmu pengetahuan dan pembaca. Skripsi ini masih belum sempurna, sehingga saran dan kritik pembaca sangat diperlukan agar skripsi ini menjadi lebih baik.

Indralaya, Juni 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	ix
<b>DAFTAR ISI .....</b>	xi
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	4
1.3. Hipotesis .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	5
2.1. Tapioka.....	5
2.2. Mi .....	7
2.3. Gelombang Ultrasonik .....	8
2.4. Aplikasi Gelombang Ultrasonik.....	10
<b>BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN .....</b>	12
3.1. Waktu dan Tempat .....	12
3.2. Alat dan Bahan .....	12
3.3. Metode Penelitian .....	12
3.4. Cara Kerja .....	13
3.4.1. Persiapan Sampel .....	13
3.4.2. Proses Ultrasonik.....	13
3.4.3. Pembuatan Mi .....	13
3.5. Parameter .....	14
3.5.1. Analisis Fisik.....	14
3.5.1.1. Warna .....	14
3.5.1.2. Tesktur. ....	14
3.5.1.3. Daya Serap Air (DSA) .....	15
3.5.1.4. <i>Cooking Loss</i> .....	15
3.5.2. Analisis Kimia .....	15

3.5.2.1. Kadar Air.....	15
3.5.3. Evaluasi Sensoris .....	16
3.5.4. Analisis Fisik Tapioka Modifikasi .....	16
3.5.4.1. <i>Water Solubility Index</i> dan <i>Swelling Power</i> .....	16
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
4.1.Analisis Fisik.....	17
4.1.1. Warna .....	17
4.1.1.1. <i>Lightness (L*)</i> .....	17
4.1.1.2. <i>Redness (a*)</i> .....	18
4.1.1.3. <i>Yellowness (b*)</i> .....	18
4.1.2. Kekerasan.....	19
4.1.3. Daya Serap Air.....	22
4.1.4. <i>Cooking Loss</i> .....	25
4.2. Analisis Kimia.....	28
4.2.1. Kadar Air.....	28
4.3. Uji Organoleptik.....	29
4.3.1. Aroma Mi Berbahan Dasar Tapioka Modifikasi.....	29
4.3.2. Tesktur Mi Berbahan Dasar Tapioka Modifikasi.....	30
4.3.3. Kenampakan Mi Berbahan Dasar Tapioka Modifikasi.....	32
4.4. Analisis Fisik Tapioka Modifikasi .....	33
4.4.1. <i>Water Solubility Index</i> .....	33
4.4.2. <i>Swelling Power</i> .....	35
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>38</b>
5.1. Kesimpulan .....	38
5.2. Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>46</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
2.1. Kandungan gizi tapioka.....	5
2.2. Syarat mutu tapioka.....	6
2.3. Kandungan gizi mi basah per 100 g.....	8
2.4. Syarat mutu produk mi.....	8
4.1. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh frekuensi terhadap kekerasan mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	20
4.2. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh waktu kontak terhadap kekerasan mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	21
4.3. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh interaksi frekuensi dan waktu kontak terhadap tesktur mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	22
4.4. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh frekuensi terhadap daya serap air mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	23
4.5. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh waktu kontak terhadap daya serap air mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	24
4.6. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh interaksi frekuensi dan waktu kontak terhadap daya serap air mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	24
4.7. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh frekuensi terhadap <i>cooking loss</i> mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	26
4.8. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh waktu kontak terhadap <i>cooking loss</i> mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	27
4.9. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh interaksi frekuensi dan waktu kontak terhadap <i>cooking loss</i> mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	27
4.10. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh frekuensi terhadap kadar air mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	29
4.11. Uji lanjut <i>Friedman Conover</i> terhadap kekerasan mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	31
4.12. Uji lanjut <i>Friedman Conover</i> terhadap kenampakan mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	33
4.13. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh frekuensi terhadap <i>water solubility index</i> tapioka termodifikasi ultrasonik.....	34

4.14. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh waktu kontak terhadap <i>water solubility index</i> tapioka termodifikasi ultrasonik.....	33
4.15. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh frekuensi terhadap <i>swelling power</i> tapioka termodifikasi ultrasonik .....	36
4.16. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh waktu kontak terhadap <i>swelling power</i> tapioka termodifikasi ultrasonik .....	37

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1. Granula tapioka alami .....	6
4.1. Nilai <i>lightness</i> ( $L^*$ ) mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	17
4.2. Nilai <i>redness</i> ( $a^*$ ) mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	18
4.3. Nilai <i>yellowness</i> ( $b^*$ ) mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	19
4.4. Nilai kekerasan mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	19
4.5. Nilai daya serap air mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	23
4.6. Nilai <i>cooking loss</i> mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	25
4.7. Nilai kadar air mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	28
4.8. Skor hedonik panelis terhadap aroma mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	30
4.9. Skor hedonik panelis terhadap kekerasan mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	31
4.10. Skor hedonik panelis terhadap kenampakan mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	32
4.11. Nilai <i>water solubility index</i> tapioka modifikasi ultrasonik .....	34
4.12. Nilai <i>swelling power</i> tapioka modifikasi ultrasonik.....	36

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Diagram alir proses sonikasi.....	46
Lampiran 2. Diagram alir pembuatan mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	47
Lampiran 3. Lembar kuisioner uji hedonik.....	48
Lampiran 4. Foto mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	49
Lampiran 5. Foto uji organoleptik .....	50
Lampiran 6. Data perhitungan nilai <i>lightness (L*)</i> mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	51
Lampiran 7. Data perhitungan nilai <i>redness (a*)</i> mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	53
Lampiran 8. Data perhitungan nilai <i>yellowness (b*)</i> mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	55
Lampiran 9. Data perhitungan nilai kekerasan mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	57
Lampiran 10. Data perhitungan nilai daya serap air mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	61
Lampiran 11. Data perhitungan nilai <i>cooking loss</i> mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	65
Lampiran 12. Data perhitungan nilai kadar air mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	69
Lampiran 13. Data perhitungan nilai hedonik aroma mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	72
Lampiran 14. Data perhitungan nilai hedonik kekerasan mi berbahan dasar tapioka modifikasi.....	74
Lampiran 15. Data perhitungan nilai hedonik kenampakan mi berbahan dasar tapioka modifikasi .....	76
Lampiran 16. Data perhitungan nilai <i>water solubility index</i> tapioka modifikasi.....	78
Lampiran 17. Data perhitungan nilai <i>swelling power</i> tapioka modifikasi..	81

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Salah satu makanan yang digemari oleh masyarakat Indonesia adalah mi. Umumnya mi yang ada di pasaran dibuat dari bahan dasar terigu. Data penelitian Gan *et al.* (2009) menunjukkan bahwa 30 hingga 45% konsumsi terigu digunakan sebagai bahan baku pembuatan mi di Asia Tenggara. Terigu mengandung gluten sehingga tidak sesuai untuk orang-orang berkebutuhan khusus seperti penderita autis, *celiac* dan *gluten intolerance* (Jyounouchi *et al.*, 2005; Newschaffer *et al.*, 2007). Oleh sebab itu diperlukan inovasi untuk membuat mi dari bahan selain terigu. Salah satu bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan mi adalah tapioka. Tapioka dibuat dari ekstrak umbi ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz). Tapioka mudah diperoleh dan harganya terjangkau di Indonesia. Rickard *et al.* (1992) menyatakan bahwa tapioka memiliki kandungan pati 73,3 hingga 84,9%, lemak 0,08 hingga 1,54%, protein 0,03 hingga 0,60%, dan abu 0,02 hingga 0,33%. Substitusi terigu dengan tapioka tidak hanya bermanfaat untuk konsumen berkebutuhan khusus namun merupakan realisasi dari UU Nomor 18 Tahun 2012 mengenai pangan. Penggunaan tapioka sebagai bahan dasar pembuatan mi dapat menjadi salah satu upaya diversifikasi pangan dan menekan impor terigu.

Mi yang terbuat dari tapioka memiliki karakteristik yang lengket dan sulit di adon sehingga diperlukan upaya untuk memperbaiki sifat-sifat tersebut, yaitu dengan melakukan modifikasi tapioka. Modifikasi pati dilakukan untuk meningkatkan karakteristik pati alami sehingga didapatkan pati dengan karakteristik yang diinginkan seperti sifat retrogradasi yang rendah, gel yang lebih jernih, warna yang lebih cerah, granula lebih mudah pecah dan suhu gelatinisasi yang lebih tinggi (Koswara, 2009). Modifikasi pati dapat mengubah ikatan kimia dan struktur granula pati.

Granula pati pada suhu ruang tidak larut dalam air dan pati murni memiliki granula mengkilap, putih, tidak berasa dan tidak berbau. Setiap jenis pati memiliki bentuk dan ukuran granula yang berbeda. Jika ukuran granula pati kecil, maka kemampuan pembengkakannya juga kecil. Pati memiliki dua fraksi yaitu fraksi

terlarut (amilosa) dan fraksi tidak terlarut (amilopektin). Modifikasi pati dapat mengubah karakteristik fisik, kimia dan fungsional pati melalui transformasi kedua fraksi tersebut (Winarno, 2004).

Beberapa metode yang dapat digunakan dalam modifikasi pati diantaranya adalah modifikasi fisik, kimia dan enzimatis. Krisna (2011) menyatakan jika pati yang dimodifikasi dengan cara fisik lebih aman dan alami dibandingkan dengan modifikasi secara kimia. Selain itu, modifikasi enzimatis dan kimia memerlukan biaya yang lebih mahal, meningkatkan risiko pencemaran lingkungan jika menggunakan modifikasi kimia, serta sulit dikontrol jika menggunakan modifikasi enzimatis (Hu *et al.*, 2011). Zia *et al.* (2015) menyatakan bahwa metode radiasi juga dapat dilakukan untuk modifikasi pati secara fisik. BeMiller (2018) menyatakan bahwa secara umum terdapat dua kelompok modifikasi pati secara fisik yaitu termal dan non termal. Modifikasi termal diantaranya adalah pregelatinisasi, *granular cold water swelling starch*, perlakuan panas lembab (*Heat Moisture Treatment*), *annealing* (ANN) dan *microwave*. Metode modifikasi non termal adalah *milling*, hidrostatik bertekanan tinggi, *pulse electric field*, homogenisasi bertekanan tinggi, pengeringan beku, *autoclaving-cooling* dan sonikasi.

Hoover (2010) mendefinisikan HMT merupakan metode untuk mengubah sifat fisikokimia pati menggunakan hidrotermal. Penelitian Herawati *et al.* (2013) mengenai modifikasi tapioka menggunakan HMT dengan perlakuan terbaik adalah pemanasan selama 17 jam pada suhu 80°C. Perlakuan HMT untuk modifikasi pati dinilai kurang efisien karena memerlukan waktu yang lebih lama dan lebih banyak energi. Penelitian lainnya pada modifikasi pati secara fisik dilakukan oleh Oksilia dan Pratama (2018) dengan metode *autoclaving-cooling* pada tapioka. Hasil penelitian yang didapatkan pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa perlakuan *autoclaving-cooling* membuat kekerasan pempek yang menggunakan tepung modifikasi lebih lembek dibandingkan pempek dengan tepung non modifikasi. Oleh sebab itu, penulis tidak menggunakan kedua metode tersebut dan menggunakan metode sonikasi yang diduga lebih efektif dan efisien dalam modifikasi tapioka. Metode sonikasi telah banyak dilakukan di berbagai bidang termasuk industri pangan. Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai modifikasi pati dengan menggunakan ultrasonik atau gelombang suara. Chang *et*

*al.* (2012) mendefinisikan gelombang ultrasonik sebagai gelombang suara berfrekuensi tinggi dan lebih besar daripada frekuensi yang dapat didengar oleh manusia.

Prinsip kerja ultrasonik adalah memproduksi gelembung yang akan menghasilkan energi kavitas ketika pecah. Energi tersebut berupa mikrojet dan gelombang kejut sehingga mengakibatkan depolimerisasi rantai panjang polimer. Kavitas adalah keadaan yang disebabkan oleh berubahnya fase cairan yang sedang dialirkan dari fase cair menjadi fase uap sehingga menimbulkan gelembung-gelembung, timbulnya gelembung-gelembung tersebut disebabkan oleh menurunnya tekanan sehingga berada di bawah tekanan uap jenuh cairan tersebut. Setiap pati yang diberi perlakuan ultrasonik akan berbeda hasilnya bergantung jenis pati yang digunakan. Ultrasonik dapat menyebabkan penurunan indeks kristalinitas, meningkatkan daya larut karena terjadi penghancuran *ghosts* di bawah ultrasonikasi sehingga bioplastik mudah larut di dalam air serta meningkatkan sifat *biodegradable* (Hafizulhaq *et al.*, 2018). Melalui penelitian ini diharapkan tapioka modifikasi yang dihasilkan dapat memiliki fraksi rantai lurus yang lebih banyak karena fraksi cabang terutama bagian pinggir tapioka putus. Hal ini dapat diamati dari analisa kekerasan, daya serap air, *cooking loss* dan kadar air pada mi serta *water solubility index* dan *swelling power* sehingga tapioka yang dihasilkan lebih mudah untuk diadon menjadi mi.

Berdasarkan hasil prapenelitian yang telah dilakukan, pembuatan mi menggunakan metode ultrasonik dapat memperbaiki kekerasan adonan mi berbahan dasar tapioka. Granula pati yang dimodifikasi dengan ultrasonik mengalami retakan dan celah (Majzoobi *et al.*, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa waktu kontak berpengaruh terhadap karakteristik fisik pati. Faktor utama yang menyebabkan putusnya rantai polimer pada pati adalah kavitas. Frekuensi yang digunakan pada ultrasonik memiliki peran utama mentransfer energi yang efisien ke dalam fluida (Mazoccoli, 2010). Namun pati modifikasi masih memiliki kekurangan yaitu kekerasan adonan yang lengket dan sulit dicetak, oleh sebab itulah pada prapenelitian ditambahkan tepung beras sebagai bahan pembentuk kekerasan. Tepung beras mengandung amilosa yang tinggi sehingga dapat menghasilkan mi dengan kekerasan yang tidak terlalu lembut (Koswara, 2009).

Penelitian mengenai modifikasi tapioka untuk pembuatan mi belum dilakukan. Berdasarkan enam penelitian pati menggunakan ultrasonik (Mazocoll, 2010; Luo *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2018; Karaman *et al.*, 2016; Jambrak *et al.*, 2010; Bernardoa, 2018) lama waktu kontak dan frekuensi yang digunakan mempengaruhi struktur pati yang dimodifikasi. Czechowska-biskup *et al.* (2005) melakukan penelitian modifikasi pati jagung menggunakan ultrasonik pada frekuensi 360 kHz dan menyatakan bahwa ultrasonik memutus ikatan kimia pada rantai pati dan menurunkan berat molekul pati tersebut. Jambrak *et al.* (2010) menggunakan frekuensi 24 kHz untuk mengidentifikasi sifat fisiokimia pada pati jagung dan hasilnya menunjukkan bahwa pati jagung yang dimodifikasi mengalami kerusakan struktur granular dan peningkatan *swelling power*. Kedua penelitian ini menunjukkan bahwa frekuensi berpengaruh terhadap struktur dan sifat fisik pati. Namun belum ada penelitian yang dilakukan mengenai modifikasi tapioka dengan frekuensi tinggi dan rendah serta lama waktu kontak menggunakan ultrasonik, terutama sebagai bahan pembuatan mi.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh lama waktu kontak serta pengaruh frekuensi tinggi dan rendah pada tapioka dengan menggunakan metode ultrasonik terhadap sifat fisik, kimia dan sensoris sebagai bahan dasar pembuatan mi. Melalui penelitian ini penulis berharap dapat berkontribusi terhadap diversifikasi pangan terutama substitusi terigu sehingga menekan impor serta dapat bermanfaat untuk konsumen berkebutuhan khusus seperti autis, *celiac* dan *gluten intolerance*.

## **1.2. Tujuan**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh lama waktu inkubasi dan frekuensi gelombang ultrasonik terhadap pada karakteristik mi yang dihasilkan.

## **1.3. Hipotesis**

Metode ultrasonik pada modifikasi tapioka diduga berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik, kimia dan sensoris mi berbahan dasar tapioka yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abral, H., Basri. A., Muhammad. F., Fernando. Y., Hafizulhaq. F., Mahardika. M., Sugiarti. E., Sapuan. E., Ilyas. S., dan Stephane. I., 2019. A simple method for improving the properties of the sago starch film prepared by using ultrasonication treatment. *Food Hydrocolloids*, 93: 175-179.
- Adebawale. A. A., Sanni. L. O., dan Awonorin. S. O., 2005. Effect of texture modifiers on the physicochemical and sensory properties of dried fufu. *Food Sci. Technol. Inter.* 11(5): 373-382
- Adejumo. A. L., Fatai. A. A., dan Rasheed. U. O., 2013. Relationship between alpha-amylase degradation and amylose/amyllopectin content of maize starches-advances in applied. *Journal of Science Research*, 4(2): 315-319.
- Aijun. H., Li Li., Jie. Zheng., Jing. L., Xin. M., Yan. L., dan Rizwan. R., 2014. Different frequency ultrasonic effects on properties and structure of corn starch. *J Sci Food Agric*, 94(14): 1-5.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analytical Chemistry*. Washington DC. University of America.
- Ben. E.S. dan Halim. A., 2007. Studi awal pemisahan amilosa dan amilopektin pati singkong dengan fraksinasi butanol-air. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 12(1): 1-11.
- BeMiller. J. N., 2018. Physical modification of starch. *Starch in Food*, 2: 223–253
- Bernardoa. C. O., José. L. R. A., Davy. W. H. C & Carlos. W. P. C., 2018. Ultrasound assisted extraction of yam (*Dioscorea bulbifera*) starch: effect on morphology and functional properties. *Research Article*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Billina. A dan Waluyo. S., 2014. Kajian sifat fisik mie basah dengan penambahan rumput laut. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(2): 109 – 116
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2010. *SNI Tapioka 3451-2010*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2015. *SNI Mi Basah 2987-2015*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Byun. H & Yoon. S., 2013. Crosslinked potato starch-based blend films using ascorbic acid as a plasticizer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(8): 1755-1764.

- Chang, H. J., Xu. X. L., and Zhou, G. H. 2012. Effects of characteristics changes of collagen on meat physicochemical properties of beef semitendinosus muscle during ultrasonic processing. *Food Bioprocess Tech*, 5,285-297.
- Chemat. F., Zill. H., dan Muhammed. K., 2011. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. *Journal Ultrasonic Sonochemistry*, 18: 813-835.
- Chen Z. 2003. Physicochemical properties of sweet potato starches and their application in noodle products. Ph.D. Thesis Wageningen University.
- Colivet. J & Carvalho. R. A., 2017. Hydrophilicity and physicochemical properties of chemically modified cassava starch films. *Industial Crops and Products*, 95: 599–607.
- Czechowska-Biskup, R.C., Rokita, B., Lotfy, S., Ulanski, P., dan Rosiak, J. M., 2005. Degradation of chitosan and starch by 360 kHz ultrasound. *Carbohydr Polym*, 60:175–184
- Effendi, Z., Surawan, F. E. D., dan Wiranto. 2015. Efek blanching dan metode pengeringan terhadap sifat fisikokimia tepung ubi jalar orange (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Agroindustri*, 5(2): 109-177.
- Effendi. Z., Surawan. F. E. D., dan Sulastri. Y., 2016. Sifat fisik mie basah berbahan dasar tepung komposit kentang dan tapioka. *Jurnal Agroindustri*, 6(2): 57–64.
- Faridah, D. N., Kusumaningrum, D. H., Wulandari, N., dan Indrasti, D. 2006. *Analisa laboratorium*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB. Bogor.
- Faridah. A dan Wdjarko. B., 2014. Penambahan tepung porang pada pembuatan mi dengan substitusi tepung mocaf (*modified cassava flour*). *J. Tekn dan Ind Pangan*, 25(1): 98-103.
- Gan. C., Ong. W, Wong.L., dan Azhar Mat Easa., 2009. Effects of ribose, microbial transglutaminase and soy protein isolate on physical properties and in-vitro starch digestibility of yellow noodles. *Journal Food Science and Technology*, 42:174–179.
- Hafizulhaq. F., Hairul. A., Anwar. K & Syukri. A., 2018. Efek daya ultrasonik terhadap sifat mekanik dan daya larut bioplastik berbasis pati bengkoang. *Prosiding*. Universitas Riau.
- Haaj. Y. E., Louka. N., Nguyen. C., dan Maroun. R. G. 2013. Low cost process for phenolic compounds extraction from cabernet sauvignon grapes (*Vitis vinifera L. Cv. cabernet sauvignon*) optimization by response surface methodology. *Food Nutr. Sci*, 3: 89–103.

- Herawati, H., 2012. Teknologi proses produksi food inggridient dari tapioka termodifikasi. *J. Litbang Pertan*, 3(1): 68–76.
- Herawati. N., Pratama. F., dan Malahayati. N., 2013. *Hydrothermal treatment on tapioca starch for ragit*. Tesis. Universitas Sriwijaya.
- Hermayani. E., Agnes. M., dan Griyaninggsih. 2011. Karakterisasi pati ganyong (*Canna edulis*) dan pemanfaatannya sebagai bahan pembuatan mi. *Jurnal Teknologi Pangan*, 31(4): 3-4.
- Herceg. Z., Jambrak. A.R., Lelas. V & Thagard. S.M., 2012. The effect of high intensity ultrasound treatment on the amount of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in milk. *Journal of Food Tech Biotechnology*, 50(1): 46-52.
- Hoover J., 2010. The impact of heat-moisture treatment on molecular structures and properties of starches isolated from different botanical sources. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50:835–847.
- Hu. A. J., Zhang. Z. H., Zheng. J., Li. Q., dan Yang. L., 2011. Effects of ultrasound on structures and properties of starch. *Cereals Oils*, 6: 9–11.
- Husniati, Siti. N & Ryan. P., 2015. Aplikasi gluten enkapsulasi pada proses pembuatan mi tapioka. *Biopropal Industri*, 6(1): 29-36.
- Jambrak. A. R., Lelas. V., Timothy. J., Mason., Greta. K., dan Marija. B., 2009. Physical properties of ultrasound treated soy proteins. *Journal of Food Engineering*, 93: 386–393.
- Jambrak. A. R., Zoran. H., Drago. Š., Jurislav. B., Mladen. B., Suzana. R. B., Tomislav. B & Jurica. G., 2010. ultrasound effect on physical properties of corn starch. *Carbohydrate Polymers*, 79 (1) : 91–100.
- Jaziri. A., Sari. D.S., Yahya1., Asep. A., dan Firdaus. M., 2012. Fortifikasi tepung *eucheuma cottonii* pada pembuatan mie kering. *Indonesian Jurnal of Halal*. 109-115.
- Juliana. R., 2007. Resistant starch tipe III dan tipe IV pati singkong (*Manihot esculanta Crantz*), suweg (*Amorphopallus campanulatus*), dan ubi jalar (*Ipomea batatas L.*) sebagai prebiotik. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Juraga. E., Salamon. B.S., Herceg. Z & Jambrak. A.R., 2011. Application of high intensity ultrasound treatment on *Enterobacteriae* count in milk. *Mlještarstvo*, 61(2): 125-134.
- Karaman. M., Necati. B & Neşe. Y. T., 2016. The Effect of ultrasound-assisted extraction on yield and properties of some pulse starches. *Artikel Penelitian*, Onsekiz Mart University.

- Kardos. N dan Luche. J. L., 2001. Sonochemistry of carbohydrate compound. *Carbohydrate Research*, 332(2):115-118.
- Kasemsuwan. T., Bailey. T., dan Jane. J., 1998. Preparation of clear noodles with mixtures of tapioca and high-amilose starches. *Carbo-Polymer*, 32:301-312.
- Kordowska-Wiater. M & Stasiak. D. M., 2011. Effect of ultrasound on survival of gram-negative bacteria on chicken skin surface. *Bull Vet Inst Pulawy*, 55: 207-210.
- Koswara. S., 2009. Teknologi pengolahan mi. *E-book : seri teknologi pangan populer*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Krisna. D. D. A., 2011. *Pengaruh regelatinasi dan modifikasi hidrotermal terhadap sifat fisik pada pembuatan edible film dari pati kacang merah (Vigna angularis sp.)*. Tesis. Universitas Diponegoro.
- Kuldiloke., 2002. *Effect of ultrasound, temperature and pressure treatment on enzyme activity and quality indicators of fruit and vegetable juice*. Dissertation. der Technischen Universität Berlin.
- Li. J.Y., dan Yeh. A.I., 2001. Relationship between thermal, rheological characteristics, and swelling power for various starches. *J. Food Engineering*, 50: 141-148.
- Luo. Z., Xiong. F., Xiaowei. H., Faxing. L., Qunyu. G & Shujuan. Y., 2008. Effect of ultrasonic treatment on the physicochemical properties of maize starches differing in amylose content. *Starch*, 60(1): 646-653.
- Malahayati. N., Kahridah. M., Jamilah. B., dan Roselina. K., 2011. Textural properties of laksa noodle as affected by rice flour particle size. *International Food Research Journal*, 18(4): 1309-1312.
- Majzoobi. M., Kaveh. Z., Blanchard. C., dan Farahnaky. A., 2015. Physical properties of pregelatinized and granular cold water swelling maize starches in presence of acetic acid. *Food Hydrocolloids*, 51: 375-382.
- Malo-Lopez. A., Palou. E., Fernandez-Jimenez. M., Alzamora. S. M & Guerrero .S., 2005. Multifactorial fungal inactivation combining thermosonication and antimicrobials. *Journal of Food Engineering*, 67 :87-93.
- Manchun. S., Nunthanid. J., Limmatvapirat. S., dan Sriamornsak. P., 2012. Effect of ultrasonic treatment on physical properties tapioca starch. *Advance Materials Research*, 506: 294-297.
- Mazocolli. J.P., 2010. Ultrasonication of polysaccharide materials. *Skripsi*, Case Western Reserve University.
- Mashabi. N.A & Tajudin. N.R., 2009. Hubungan antara pengetahuan gizi ibu dengan pola makan anak autis. *Jurnal Kesehatan*, 13(2): 84–6.

- Mishra S, Rai T. 2006. Morphology and functional properties of corn, potato and tapioca starches. *Food hydrocolloids* 20(5): 557-566
- Montagnac. J.A., Davis. C.R & Tanumihardjo. S.A., 2009. Nutritional of cassava for use as a staple food and recent advances for improvement. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 8: 181–194.
- Moorthy. S.N., 2004. Tropical sources of starch. Di dalam: Eliasson, A. C. (ed). Starch in Food : Structure, Function, and Application. *CRC press*. Boca Raton Florida.
- Mulyadi. F.A., Wijana. A.I., Dewi., dan Putri. I. W., 2014. Karakteristik organoleptik produk mie kering ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas*) (kajian penambahan telur dan cmc). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(1) : 25 – 36.
- Munsell. 1997. *Colour chart for plant tissue mecbelt division of Kalmorgen instrument corporation*. Baltimore. Maryland.
- Newschaffer. C.J., Croen. L.A & Daniels. J., 2007. The Epidemiology of autism spectrum disorders. *Annu Rev Public Health*, 28(1): 235–258.
- Nwokocha LM, Aviara NA, Senan C, Williams PA. 2009. A comparative study of some properties of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) and cocoyam (*Colocasia esculenta*, Linn) starches. *Carbohydrate Polymers* 76:362–367.
- Oksilia dan Pratama, F., 2018. Karakteristik fisik, kimia dan sensoris pempek berbahan dasar pati resisten tipe III tapioka. *Seminar Nasional I Hasil Litbangaya Industri*, Palembang Tahun 2018.
- Onyango, C., Mewa, E.A., Mutahi, A.W. and Okoth, M.W., 2013. Effect of heat-moisture-treated cassava starch and amaranth malt on the quality of sorghum-cassava amaranth bread. *African Journal of Food Science*, 7 (5): 80-86
- Patist. A dan Bates. D., 2008. Ultrasonic innovations in the food industry: from the laboratory to commercial production. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9: 147–154.
- Pratama, F. 2018. *Evaluasi Sensoris, Edisi 3*. Unsri Press. Palembang.
- Pudjihastuti. I., 2010. *Pengembangan proses inovatif kombinasi reaksi hidrolisis asam dan reaksi photokimia uv untuk produksi pati termodifikasi Dari Tapioka*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Reputra, J., 2009. Karakterisasi tapioka dan penentuan formulasi premix sebagai bahan penyalut untuk produk fried snack. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Resnick dan Halliday., 1992. *Fisika Edisi II*. Jakarta: Erlangga.
- Rickard. J.E., Blanshard & Asaoka. M, 1992. Effects of cultivar and growth season on the gelatinization properties of cassava (*Manihot esculenta*) starch. *J. Sci. Food Agric*, 59: 53–58.

- Rosmeri. V.I., dan Monika. B., 2013. Pemanfaatan tepung umbi gadung dioseoreo hispida dennst) dan mocaf sebagai bahan substitusi pembuatan mi basah, kering dan instan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(2)L 246- 256.
- Salvador. E.M., Steenkamp. V & Mccrindle. C.M.E., 2014. Production, consumption and nutritional value of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) in Mozambique : An overview. *J. Agric.Biotech. Sustain. Dev.* 6(3): 29–38.
- Sasaki. T. dan Matsuki. J., 1998. Effect of wheat starch structure on swelling power. *Cereal Chemistry*, 75(4): 525-529.
- Seechamnunturakit. V dan Karrila., 2015. Physicochemical properties of blends from tapioca starch and waxy rice for use as functional food. *European International Journal of Science and Technology*, 4(9): 26-31.
- Setiyoko. A., Nugraeni., dan Hartutik. S., 2018. Karakteristik mi basah dengan substitusi bengkong termodifikasi *heat moisture treatment* (HMT). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22 (2): 101- 105.
- Sholihah. M., Ahmad. U., dan Wayan. I., 2017. Aplikasi gelombang ultrasonik untuk meningkatkan rendemen ekstraksi dan efektivitas antioksidan kulit manggis. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 5(2): 11-15.
- Soebroto. J. U., Thomas. I. P. S., dan Theresia. E. W., 2015. Pengaruh konsentrasi larutan lfc-12 sebagai edible coating dan lama penyimpanan terhadap sifat fisikokimia flake beras hitam (*Oryza sativa l. Indica*). *Journal of Food Technology and Nutrition*, 11(2): 1-8.
- Soemarno. 2007. *Rancangan teknologi proses pengolahan tapioka dan produk-produknya*. Tesis. Universitas Brawijaya Malang.
- Sudarmadjii. S., 2010. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberti: Yogyakarta.
- Sujka. M. Dan Jamroz J., 2013. Ultrasound-treated starch: SEM and TEM imaging and functional behavior. *Food Hydrocolloids*, 31(2): 413–419.
- Susilo, B. 2008. *Model kinetik transesterifikasi minyak sawit menjadi biodiesel dengan gelombang ultrasonik*. Disertasi. Universitas Brawijaya.
- Suwandi. R., Agoes. M. J & Maya. S., 2015. Aplikasi gelombang ultrasonik sebagai alternatif untuk mempertahankan kesegaran fillet ikan nila. *JPHPI*, 18(1) : 50-57.
- Swinkels. J. J. M., 1985. Source of starch, its chemistry and physics. *Starch Convetion Technology*. New York.
- Tan. H. Z., Li. Z & Tan. B., 2009. Starch noodles: history, classification, materials, processing, structure, nutrition, quality evaluating and improving. *Food Research International*, 42: 551– 576.

- Utama, C. S., Sulistiyanto, B., dan Setiani, B. E. 2013. Profil mikrobiologis pollard yang difermentasi dengan ekstrak limbah pasar sayur pada lama peram yang berbeda. *Agripet*, 13 (2), 26-30
- Van Hung. P., Maeda. T., & Morita. N., 2006. Waxy and high-amyllose wheat starches and flours—characteristics, functionality and application. *Trends in Food Science & Technology*, 17(8): 448-456.
- Winarno. F. G., 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Cetakan ke-XI. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Ya-Fei. Liu., Saiwarun. C., dan Kalaya. L., 2012. Effects of broken rice noodle flour, tapioca starch and cross-linked tapioca starch on quality of composite rice noodle. *Seminar Internasional Sains dan Teknologi*. Thailand.
- Yousf. N., Nazir. F., Salim. R., Ahsan. H., dan Sirwal. A., 2017. Water solubility index and water absorption index of extruded product from rice and carrot blend. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6): 2165-2168.
- Zhang. H., Mei. L., Kun. Li & Chuanhe. Z., 2018. Effect of ultrasound pretreatment on physicochemical properties ff corn starch. *Advance in Engineering Research*, 164(1) : 572-577.
- Zhang-Yonghe., 2001. Effects of ultrasonic degradation on the properties of starch. *Food Ind*, 33:19–31.
- Zhao. YL, Liao. D.K., Zhang. Y.Q., dan Tong. Z. F., 2007. Effects of ultrasonic wave on the properties and structure of cassava starch. *Chin J Process Eng*, 7:1138–1143.
- Zheng. J., Qian. L., Aijun. H., Lin. Y., Jing. L., Xiaoqinq. Z., dan Qiuqian. L., 2013. Dual frequency ultrasound effect on structure and properties of sweet potato starch. *Starch*, 65: 621–627.
- Zhou B., Feng, H., dan Luo, Y. 2009. Ultrasound enhanced sanitizer efficacy in reduction of *Escherichia coli* 0157: H7 population on spinach leaves. *J. of Food Science*, 74 (6), 308-313.
- Zia. D., Xiong. H., dan Fei. P., 2015. Physical and chemical modification of starches: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(12): 2691–2705.
- Zuo. J. Y., Knoerzer. K., Mawson. R., dan Ketnishi. S., 2009. The pasting properties of sonicated waxy rice starch suspensions. *Ultrasonics Sonochemistry*, 16(4): 462-468.