

**KARAKTERISTIK *SPAGHETTI* DARI TEPUNG SEMOLINA YANG  
DISUBSTITUSI TEPUNG HANJELI HASIL FERMENTASI**

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Seminar Tugas Akhir  
Program Studi Teknologi Pangan*

**Oleh:**

**Ulina Elfrida Naibaho**

**14.302.0244**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2019**

**KARAKTERISTIK *SPAGHETTI* DARI TEPUNG SEMOLINA YANG  
DISUBSTITUSI TEPUNG HANJELI HASIL FERMENTASI**

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Seminar Tugas Akhir  
Program Studi Teknologi Pangan*

**Oleh :**

**Ulina Elfrida Naibaho**

**14.302.0244**

**Menyetujui :**

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Hervalley., MP.)

(Istiyati Inayah., S.SI.,M.SI.)

**KARAKTERISTIK *SPAGHETTI* DARI TEPUNG SEMOLINA YANG  
DISUBSTITUSI TEPUNG HANJELI HASIL FERMENTASI**



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	7
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	7
1.4. Manfaat Penelitian .....	7
1.5. Kerangka Pemikiran .....	8
1.6. Hipotesis Penelitian .....	13
1.7. Tempat dan Waktu Penelitian .....	13
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	14
2.1. Hanjeli ( <i>Coix Lacryma Jobi-L</i> ) .....	14
2.2. Modifikasi Tepung .....	18
2.2.1. Pati .....	18
2.2.2. Modifikasi Pati Secara Kimia .....	21
2.2.3. Modifikasi Pati Secara Enzimatis .....	22
2.2.4. Modifikasi Pati Secara Fisik .....	23

2.2.5. Modifikasi Pati Secara Biologi .....	24
2.3.Fermentasi .....	25
2.3.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi .....	27
2.4.Khamir .....	24
2.5. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	29
2.6. Gandum .....	31
2.6.1. <i>T. aestivum (hard wheat)</i> .....	31
2.6.2. <i>T. compactum (soft wheat)</i> .....	22
2.6.3. <i>T. Drum (durum wheat)</i> .....	32
2.7. Tepung Semolina .....	33
2.8. <i>Spaghetti</i> .....	35
2.9. <i>Carboxymethyl cellulose</i> .....	37
2.10. Garam .....	38
2.11. Margarin .....	40
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	42
3.1. Bahan dan Alat yang Digunakan .....	42
3.1.1. Bahan .....	42
3.1.2. Alat .....	42
3.2. Metode Penelitian .....	43
3.2.1. Penelitian Pendahuluan .....	43
3.2.1.1. Pembuatan Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi ..	43
3.2.1.2. Pembuatan Inokulum <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ..	44
3.2.1.3. Pembuatan Tepung Hanjeli Fermentasi .....	45

3.2.2. Penelitian Utama .....	45
3.2.2.1. Rancangan Perlakuan .....	45
3.2.2.2. Rancangan Percobaan .....	48
3.2.2.3. Rancangan Analisis .....	49
3.2.2.4. Rancangan Respon .....	50
3.3. Prosedur Percobaan .....	52
3.3.1. Deskripsi Penelitian Pendahuluan .....	52
3.3.1.1. Percobaan Pendahuluan Pembuatan Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi.....	52
3.3.1.2. Percobaan Pendahuluan Penyegaran <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	54
3.3.1.3. Percobaan Pendahuluan Aktivasi pada Pembuatan Starter <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	55
3.3.1.4. Percobaan Pendahuluan Aktivasi pada Lanjutan pada Pembuatan Starter <i>Saccharomyces</i> <i>cerevisiae</i> .....	56
3.3.1.5. Percobaan Pendahuluan Pembuatan Tepung Hanjeli Fermentasi .....	58
3.3.2. Prosedur Percobaan Pada Penelitian Utama .....	60
3.3.3. Diagram Alir Penelitian .....	61
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>67</b>
4.1. Penelitian Pendahuluan .....	67
4.1.1. Pembuatan Starter <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	67
4.1.2. Penentuan Jumlah Sel Hidup <i>Saccharomyces</i> <i>cerevisiae</i> yang digunakan pada proses fermentasi .....	68
4.1.3. Pembuatan dan Analisis Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	70

4.1.3.1. pH .....	71
4.1.3.2. Kadar Asam .....	73
4.1.3.3. Kadar Air .....	74
4.1.3.4. Kadar Pati .....	75
4.1.3.5. <i>Swelling Power</i> .....	76
4.1.3.6. Kelarutan .....	78
4.1.3.7. Kadar Protein .....	79
4.1.3.8. Sifat Amilografi .....	80
4.1.3.9. Kadar Amilosa .....	83
4.2. Penelitian Utama .....	84
4.2.1. Tekstur .....	85
4.2.2. Warna .....	87
4.2.3. Sampel Terpilih .....	87
4.2.3.1. Kadar Air .....	88
4.2.3.2. Kadar Pati .....	88
4.2.3.3. Kadar Protein .....	89
4.2.3.4. Kadar Amilosa .....	90
4.2.3.5. <i>Cooking Loss</i> .....	90
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>93</b>
5.1. Kesimpulan .....	93
5.2. Saran .....	93
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>94</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>104</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai Gizi Biji Hanjeli dalam 100 Gram .....	17
2. Komposisi Kimia Tepung Terigu per 100 g bahan .....	33
3. Komposisi Kimia Tepung Semolina .....	35
4. Syarat Mutu Makaroni .....	37
5. Syarat Mutu Garam Konsumsi Beryodium .....	39
6. Karakteristik Margarin, Mentega, dan Mentega Putih .....	41
7. Formulasi <i>Spaghetti</i> .....	47
8. Model Percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) .....	48
9. Denah Rancangan Acak Kelompok (RAK) 1 Faktor dengan 3 Ulangan .....	49
10. Analisis Variansi (ANOVA) Rancangan Acak Kelompok (RAK) .....	49
11. Skala Hedonik .....	51
12. Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	71
13. Hasil Analisis pH Pada Hanjeli Yang Difermentasi Dengan Starter <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	72
14. Hasil Analisis %Kadar Asam Pada Hanjeli Yang Difermentasi Dengan Starter <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	73
15. Hasil Analisis Kadar Air Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	74
16. Hasil Analisis Kadar Pati Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	75
17. Hasil Analisis <i>Swelling Power</i> Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	76

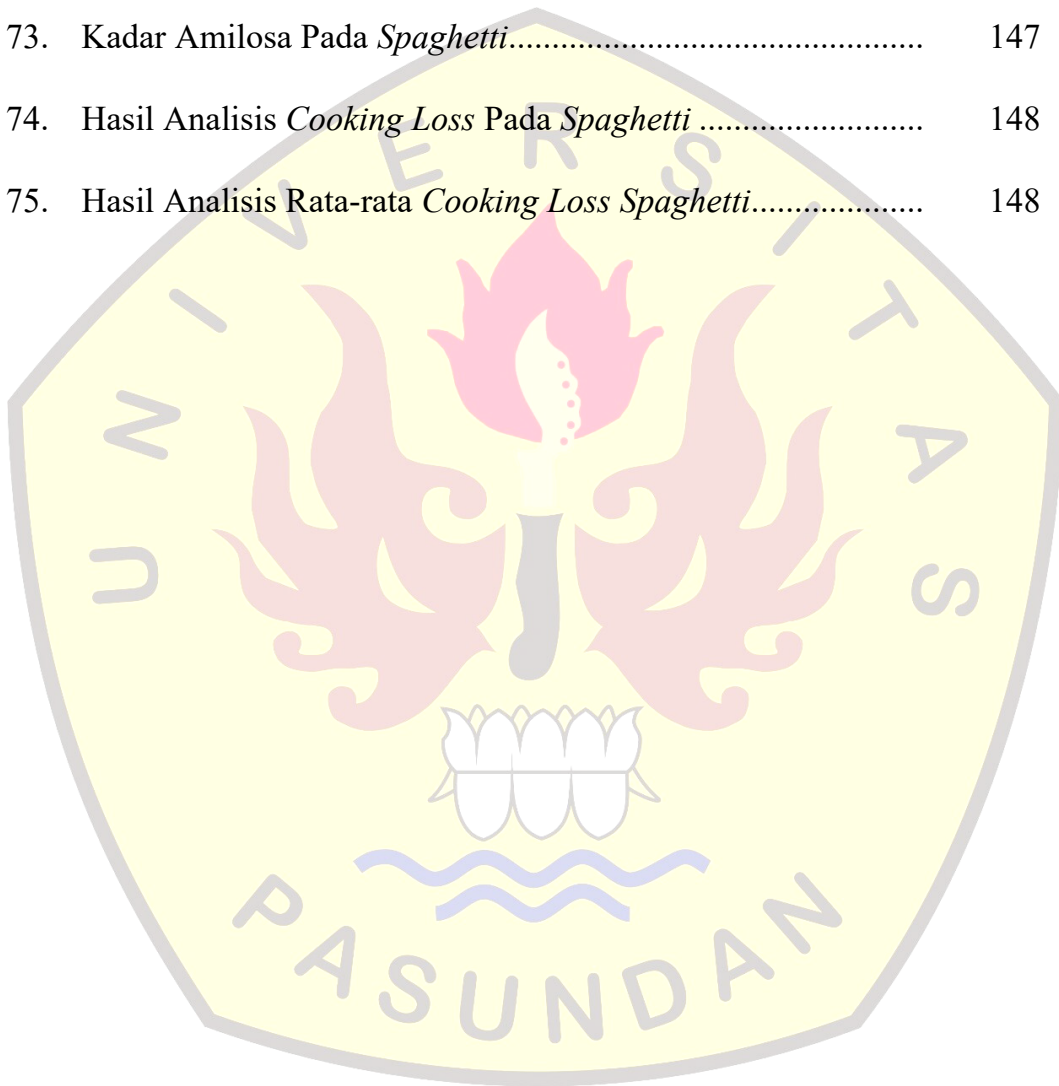


18.	Hasil Analisis Kelarutan Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	78
19.	Hasil Analisis Kadar Protein Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi.....	79
20.	Hasil Analisis Sifat Amilografi Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	80
21.	Hasil Analisis Kadar Amilosa Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	83
22.	Pengaruh Perbandingan Tepung Semolina Dengan Tepung Hanjeli Fermentasi Terhadap Nilai Organoleptik Tekstur dan Warna <i>Spaghetti</i> .....	85
23.	Hasil Analisis Penelitian Utama <i>Spaghetti</i> Hanjeli Fermentasi .....	87
24.	Kebutuhan Sampel Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi dan Tepung Hanjeli Fermentasi .....	113
25.	Rincian Biaya Analisis Penelitian Pendahuluan .....	113
26.	Kebutuhan Sampel dan Analisis Penelitian Utama .....	114
27.	Formulasi Sampel j1 .....	115
28.	Formulasi Sampel j2 .....	115
29.	Formulasi Sampel j3 .....	116
30.	Formulasi Sampel j4 .....	116
31.	Formulasi Sampel j5 .....	117
32.	Formulasi Sampel j6 .....	117
33.	Formulasi Sampel j7 .....	118
34.	Formulasi Sampel j8 .....	118
35.	Rincian Biaya Analisis Penelitian Utama .....	119
36.	Rincian Biaya Analisis Penelitian Pendahuluan dan Utama .....	119

37.	Jumlah Sel Mikroba Pada Starter Cair <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	119
38.	Hasil Analisis Total Asam Selama Proses Fermentasi Dengan Starter <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	120
39.	Hasil Analisis Rata-rata %Kadar Total Asam Selama Proses Fermentasi Dengan Starter <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	120
40.	Hasil Analisis Kadar Air Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	120
41.	Hasil Analisis Rata-rata Kadar Air Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi dan Fermentasi .....	121
42.	Hasil Analisis Kadar Pati Tepung Hanjeli .....	122
43.	Hadil Rata-rata Analisis Kadar Pati Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi dan Fermentasi .....	122
44.	Hasil Analisis <i>Solubility</i> Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi dan Fermentasi .....	123
45.	Hasil Analisis Rata-rata <i>Solubility</i> Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi dan Fermentasi .....	123
46.	Hasil Analisis <i>Swelling Power</i> Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi dan Fermentasi .....	124
47.	Hasil Analisis Rata-rata <i>Swelling Power</i> Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi dan Fermentasi .....	125
48.	Hasil Analisis Protein Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi dan Fermentasi .....	126
49.	Hasil Analisis Rata-rata Protein Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi dan Fermentasi .....	126
50.	Kurva Standar Potato Amilosa 40 mg/100 mL .....	126
51.	Kadar Amilosa Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	127

52.	Hasil Analisis Sifat Amilografi Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	128
53.	Data Pengukuran Sifat Amilografi Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	129
54.	Data Hasil Organoleptik Penelitian Utama Atribut Tekstur Ulangan ke-1 .....	134
55.	Data Hasil Organoleptik Penelitian Utama Atribut Tekstur Ulangan ke-2 .....	135
56.	Data Hasil Organoleptik Penelitian Utama Atribut Tekstur Ulangan ke-3 .....	136
57.	Data Asli Hasil Organoleptik Penelitian Utama Atribut Tekstur	137
58.	Analisis Variansi (ANOVA) Penelitian Utama Atribut Tekstur	138
59.	Uji Lanjut Dunnet <i>Spaghetti</i> Terhadap Atribut Tekstur .....	138
60.	Data Hasil Organoleptik Penelitian Utama Atribut Warna Ulangan ke-1 .....	139
61.	Data Hasil Organoleptik Penelitian Utama Atribut Warna Ulangan ke-2 .....	140
62.	Data Hasil Organoleptik Penelitian Utama Atribut Warna Ulangan ke-3 .....	141
63.	Data Asli Hasil Organoleptik Penelitian Utama Atribut Warna	142
64.	Analisis Variansi (ANOVA) Penelitian Utama Atribut Warna	142
65.	Uji Lanjut Dunnet <i>Spaghetti</i> Terhadap Atribut Warna .....	143
66.	Hasil Analisis Kadar Air Pada <i>Spaghetti</i> .....	144
67.	Hasil Analisis Rata-rata Kadar Air <i>Spaghetti</i> .....	144
68.	Hasil Analisis Kadar Pati Pada <i>Spaghetti</i> .....	145

69.	Hasil Analisis Rata-rata Kadar Pati <i>Spaghetti</i> .....	145
70.	Hasil Analisis Kadar Protein Pada <i>Spaghetti</i> .....	146
71.	Hasil Analisis Rata-rata Kadar Protein <i>Spaghetti</i> .....	146
72.	Kurva Standa Potato Amilosa 40 mg/mL .....	146
73.	Kadar Amilosa Pada <i>Spaghetti</i> .....	147
74.	Hasil Analisis <i>Cooking Loss</i> Pada <i>Spaghetti</i> .....	148
75.	Hasil Analisis Rata-rata <i>Cooking Loss Spaghetti</i> .....	148



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman Hanjeli .....	14
2. Biji Hanjeli Ketan .....	16
3. Biji Hanjeli Batu .....	17
4. Struktur Amilosa dan Amilopektin .....	19
5. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	29
6. Tepung Semolina .....	34
7. <i>Carboxymethyl cellulose</i> .....	38
8. Garam .....	39
9. Margarin .....	40
10. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi .....	61
11. Diagram Alir Percobaan Pendahuluan Penyegaran <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	62
12. Diagram Alir Percobaan Aktivasi Pada Pembuatan Starter <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	63
13. Diagram Alir Percobaan Lanjutan Aktivasi Pada Pembuatan Starter <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	64
14. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Hanjeli Fermentasi .....	65
15. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan <i>Spaghetti</i> Semolina yang disubstitusi dengan Hanjeli yang difermentasi .....	66
16. Grafik Standar Potato Amilosa Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	127
17. Grafik Sifat Amilografi .....	128





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Formulir Pengujian Organoleptik .....	104
2. Analisis Kadar Air Metode Gravimetri .....	105
3. Analisis Kadar Amilosa Metode Spektrofotometri .....	105
4. Prosedur Analisis Kadar Pati Metode Luff-Schoorl .....	107
5. Analisis Sifat Amilografi dengan <i>Brookfield Viscometer</i> .....	108
6. Analisis Kadar Protein Metode Kjeldahl .....	108
7. Analisis Kekuatan Pembengkakan Granula ( <i>Swelling Power</i> ) dan Kelarutan ( <i>Solubility</i> ) .....	109
8. Pengukuran <i>Cooking Loss</i> .....	110
9. Analisis Kadar Total Asam .....	110
10. Prosedur Analisis Perhitungan Koloni Metode <i>Total Plate Count</i> .....	111
11. Perhitungan Penelitian Pendahuluan pada Pembuatan Tepung Hanjeli Tanpa Fermentasi .....	112
12. Perhitungan Penelitian Utama pada Pembuatan <i>Spaghetti</i> dari Tepung Semolina yang disubstitusi Tepung Hanjeli Fermentasi ..	114
13. Kebutuhan Penelitian Utama pada Pembuatan Pasta <i>Spaghetti</i> ...	114
14. Hasil Perhitungan Sel Hidup Pada Starter Cair <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	119
15. Hasil Analisis %Kadar Total Asam Pada Hanjeli Selama Fermentasi.....	119
16. Hasil Analisis Kadar Air Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi .....	120
17. Hasil Analisis Kadar Pati Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi.....	121



18.	Hasil Analisis <i>Solubility</i> Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi.....	122
19.	Hasil Analisis <i>Swelling Power</i> Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi.....	123
20.	Hasil Analisis Kadar Protein Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi.....	125
21.	Hasil Analisis Kadar Amilosa Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi.....	126
22.	Hasil Analisis Sifat Amilografi Pada Tepung Hanjeli Fermentasi dan Tanpa Fermentasi.....	128
23.	Data Hasil Organoleptik Penelitian Utama.....	134
24.	Hasil Analisis Kadar Air Pada <i>Spaghetti</i> .....	143
25.	Hasil Analisis Kadar Pati Pada <i>Spaghetti</i> .....	144
26.	Hasil Analisis Kadar Protein Pada <i>Spaghetti</i> .....	145
27.	Hasil Analisis Kadar Amilosa Pada <i>Spaghetti</i> .....	146
28.	Hasil Analisis <i>Cooking Loss</i> Pada <i>Spaghetti</i> .....	148

## ABSTRAK

Tujuan Penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh substitusi tepung hanjeli hasil fermentasi terhadap karakteristik *spaghetti* dari tepung semolina. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk pemanfaatan sumber daya lokal dari komoditi biji-bijian khususnya biji hanjeli, pemanfaatan biji hanjeli seoptimal mungkin dalam olahan bahan pangan, memberikan informasi mengenai pemanfaatan tepung hanjeli hasil fermentasi dalam pembentukan *spaghetti*, menambah pengetahuan mengenai proses pengolahan *spaghetti* dengan substitusi tepung hanjeli hasil fermentasi.

Metode penelitian yang digunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri dari 1 faktor dan 8 taraf yang 3 kali diulang, kemudian diikuti oleh uji lanjut Dunnet. Rancangan perlakuan terdiri dari substitusi tepung semolina dengan tepung hanjeli fermentasi, disimbolkan dengan  $j_1$  (100% + 0%) sebagai kontrol,  $j_2$  (95% + 5%),  $j_3$  (90% + 10%),  $j_4$  (85% + 15%),  $j_5$  (80% + 20%),  $j_6$  (75% + 25%),  $j_7$  (70% + 30%), dan  $j_8$  (0% + 100%).

Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan terdapat perbedaan karakteristik fisik dan kimia antara tepung hanjeli tanpa fermentasi dengan tepung hanjeli fermentasi berdasarkan respon kadar air, kadar pati, kadar protein, kelarutan, *swelling power*, kadar amilosa dan sifat amilografi. Hasil penelitian utama menunjukkan bahwa terdapat perbedaan karakteristik antara *spaghetti* kontrol dengan *spaghetti* yang disubstitusi dengan tepung hanjeli fermentasi pada atribut tekstur dan warna. Produk *spaghetti* pada sampel terpilih yaitu  $j_4$  yang mengandung kadar air 7,75%, kadar pati 54,7121%, kadar protein 5,9300%, kadar amilosa 21,62%, dan *cooking loss* 11,7709%, memberikan karakteristik tidak berbeda dengan *spaghetti* dari tepung semolina (kontrol) pada atribut tekstur.

Kata Kunci : *Saccharomyces cerevisiae*, starter cair, tepung hanjeli fermentasi, *spaghetti*.

## ***ABSTRAK***

The purpose of this research was to determine the effect of substitution of semolina flour with fermented-hanjeli flour on the characteristics of spaghetti. The benefits of this research are to utilize local commodity resources, especially hanjeli seeds, to optimize the usage of hanjeli seeds as foods material, to provide the information on how to utilize fermented-hanjeli flour in spaghetti, and to increase knowledge about the processing of spaghetti with fermented-hanjeli flour.

The research method of this study was Randomized Block Design (RBD), which consisting of 1 factor and 8 levels that were repeated 3 times, then followed by Dunnet's test. The treatment design consisted of substitution of semolina flour with fermented hanjeli flour, symbolized as j1 (100% + 0%) as control factor, j2 (95% + 5%), j3 (90% + 10%), j4 (85% + 15%), j5 (80% + 20%), j6 (75% + 25%), j7 (70% + 30%), and j8 (0% + 100%).

The preliminary results showed that there were differences in physical and chemical characteristics between fermented-hanjeli flour and hanjeli flour starch based on the response of water content, starch content, protein content, solubility, swelling power, amylose content and amylographic properties. The results of the main study showed that there were differences in the characteristics of the control spaghetti with spaghetti substituted with fermented-hanjeli flour in the texture and colour attributes. The result of using sample j4 create spaghetti that contained 7.75% moisture content, 54.7121% starch content, 5.9300% protein content, 21.62% amylose content, and 11.7709% cooking loss, and give the characteristics that is not different from spaghetti from semolina flour (control) in the texture attribute.

Keywords : *Saccharomyces cerevisiae*, liquid starter, fermented-hanjeli flour, spaghetti.

## I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1.1) Latar Belakang Masalah, (1.2) Identifikasi Masalah, (1.3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Penelitian, (1.6) Hipotesis Penelitian dan (1.7) Tempat dan Waktu Penelitian.

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pasta merupakan salah satu makanan yang berasal dari negara Italia. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-3777-1995. Pasta (makaroni) merupakan bahan makanan yang dibuat dari campuran tepung terigu dan bahan makanan lain yang dicetak ke dalam berbagai bentuk dan dikeringkan dengan atau tanpa bahan tambahan makanan.

Adapun definisi lain dari pasta adalah makanan olahan yang digunakan pada masakan Italia, dibuat dari campuran tepung, air, telur, dan garam yang membentuk adonan yang bisa dibentuk menjadi berbagai variasi ukuran dan bentuk. Pasta dijadikan berbagai hidangan setelah dimasak dengan cara direbus. Di Indonesia, jenis pasta yang populer misalnya *spagehetti*, *makaroni*, dan *lasagna* (Koeswara, 2007).

Pasta merupakan salah satu jenis makanan yang beredar di masyarakat. Hal tersebut dikarenakan makanan ini merupakan produk pangan yang praktis dan tidak membutuhkan waktu yang lama untuk menyajikannya, serta pasta merupakan makanan alternatif lain selain mie instan yang digemari oleh masyarakat saat ini.

Pasta terbuat dari tepung semolina dan air yang dicampur menjadi suatu adonan. Menurut Kulp dan Ponte, Jr. (2000), tepung semolina adalah tepung hasil

penggilingan dari gandum durum (*durum wheat*) dengan kadar protein antara 12,5% sampai 14,9%.

Tepung semolina merupakan hasil olahan biji gandum durum dengan granulasi yang lebih kasar atau mengandung gluten dalam kadar yang lebih tinggi. Glutein adalah protein yang bersifat kohesif dan liat sehingga bahan pangan yang mengandung glutein banyak digunakan untuk membuat roti, tepung, produk bahan baku, dan sereal (Nabila, 2016).

Penggunaan tepung semolina diharapkan dapat menurunkan produksi dan konsumsi terhadap tepung terigu, serta mendapatkan *spaghetti* yang kaya akan protein karena kandungan protein dalam semolina yaitu sekitar 12,5% sampai 14,9% sedangkan untuk tepung terigu hanya 8% sampai 11%.

Indonesia telah melakukan importasi tepung gandum/terigu secara langsung guna memenuhi kebutuhan domestik bagi pembuatan roti, pasta dan mi. Volume konsumsi nasional akan tepung gandum/terigu selama kurun waktu 5 tahun (2012 s/d 2016) mengalami fluktuasi. Pada tahun 2012 sebesar 20,6 kg/tahun per kapita, tahun 2013 sebesar 21,1 kg/tahun per kapita, tahun 2014 sebesar 21,9 kg/tahun per kapita, tahun 2015 sebesar 21,3kg/tahun per kapita, dan tahun 2016 sebesar 22,3 kg/tahun per kapita. Peningkatan produksi dan konsumsi tepung gandum/terigu, pada gilirannya akan meningkatkan volume pengadaan bijih gandum sebagai bahan baku utama (Aptindo, 2016).

Salah satu upaya untuk meningkatkan ketahanan dan kemandirian pangan adalah melalui diversifikasi pangan. Diversifikasi pangan akan mempunyai nilai manfaat yang besar apabila mampu menggali, mengembangkan dan



mengoptimalkan pemanfaatan sumber-sumber pangan lokal yang ada dengan tetap menjunjung tinggi hak atas pangan sebagai hak dasar manusia dan kearifan lokal. Keberadaan pangan lokal hasil pertanian di Indonesia cukup banyak dan beragam juga dapat dijadikan sebagai pangan alternative sebagai sumber karbohidrat, diantaranya ketela, ubi, talas, jawawut, millet, hanjeli dan lain-lain (Nurmala, 2003).

Indonesia memiliki potensi yang besar dalam pengembangan sumber bahan pangan alternatif selain terigu yang berasal dari sereal lain seperti sorgum, hanjeli, jewawut (millet), jagung, kedelai dan umbi-umbian. Salah satu sereal yang memiliki potensi baik untuk dikembangkan adalah hanjeli (*Coix lacryma-Jobi L.*). Tanaman berbiji monokotil ini, merupakan sereal dari ordo *Glumifora*, family *Poaceae*, selain sebagai bahan pangan juga dapat dimanfaatkan untuk pakan, obat dan bahan baku industri kerajinan (Nurmala, 2011).

Hanjeli mengandung karbohidrat sebesar 76,4%, protein 14,1%, lemak 7,9%, vitamin B<sub>1</sub> 0,48 mg, kalsium 54 mg dan serat 0,9%. Selain itu, kandungan protein, lemak dan vitamin B<sub>1</sub> hanjeli lebih tinggi apabila dibandingkan dengan beras, jagung, millet dan sorgum (Grubben dan Partohardjono, 1996 dalam Munawar, 2017).

Hanjeli merupakan sereal yang memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Karakteristik tanaman hanjeli memungkinkan untuk dapat diolah menjadi bahan-bahan pangan sumber karbohidrat dan pati yang bersifat mengenyangkan. Pengolahan biji hanjeli pada umumnya sama dengan pengolahan sereal lainnya. Hasil olahan dari biji hanjeli dapat dimanfaatkan sebagai bahan bubur hanjeli, tape,

dan kue-kue yang menggunakan tepung hanjeli sebagai tepung campuran (Nurmala, 2009). Namun tanaman hanjeli ini belum banyak dikenal oleh masyarakat, khususnya masyarakat Indonesia sehingga proses pengembangan untuk tanaman ini masih sangat minim.

Biji tanaman hanjeli ini dapat digunakan atau diolah menjadi tepung karena biji hanjeli mengandung pati yang tinggi sekitar 52% dibandingkan sereal lainya. Tepung hanjeli juga memiliki kandungan amilosa yang cukup tinggi sekitar 8,36% (Nurmala, 2003). Menurut Nindyarani (2010) kandungan pati tepung berpengaruh terhadap sifat fisik bahan tersebut. Salah satu fungsi pati pada pangan olahan adalah dalam pembentukan tekstur. Oleh sebab itu tepung dengan kadar pati tinggi akan memberikan tekstur kuat dan kompak. Sementara komponen amilosa mempengaruhi sifat gel yang dihasilkan yaitu tidak lengket dan kokoh (Haryadi, 2004 dalam Nindyarani, 2011), amilosa berfungsi untuk meningkatkan kerenyahan pada produk, sehingga perlu dilakukan substitusi dengan tepung lain yang memiliki kandungan amilosa lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan amilosa tepung hanjeli. Salah satu tepung yang dapat digunakan untuk substitusi adalah tepung semolina.

Hanjeli memiliki struktur biji yang keras yang menyebabkan tekstur tepung hanjeli kasar karena adanya matriks pati dan protein. Hanjeli merupakan sereal yang tidak memiliki protein pembentuk gluten, sehingga adonan tidak dapat mengembang dan menyebabkan tekstur roti keras. Berdasarkan hal tersebut, sebaiknya dilakukan modifikasi pada proses pembuatan tepung hanjeli untuk memperbaiki karakteristik produk yang dihasilkan khususnya dari segi fisik.



Metode yang dilakukan adalah fermentasi hanjeli pada proses pembuatan tepung (Syahputri, 2015).

Pati alami yang terdapat pada biji hanjeli mempunyai beberapa kekurangan yaitu membutuhkan waktu yang lama dalam pengolahan, pasta yang terbentuk lengket dan tidak tahan terhadap perlakuan dengan asam (Nurmala, 2011).

Substitusi tepung semolina dengan tepung hanjeli merupakan suatu upaya pengoptimalan pemanfaatan hanjeli sebagai bahan baku local. Namun tepung hanjeli memiliki kelemahan yaitu tidak memiliki sifat khusus yang dimiliki oleh gluten pada tepung semolina. Tepung hanjeli memiliki kelarutan yang rendah dalam air, volume pengembangan yang rendah, dan juga viskositas yang rendah. Sehingga tepung hanjeli tidak dapat digunakan untuk menggantikan tepung semolina sebagai bahan baku utama dalam pembuatan suatu produk pangan yang membutuhkan kadar gluten tinggi seperti *spaghetti*. Oleh karena itu, perlu adanya modifikasi pati.

Pati termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia atau dengan mengganggu struktur asalnya. Pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan menghasilkan sifat pati yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk mengubah beberapa sifat sebelumnya atau sifat lainnya (Koswara, 2006).

Modifikasi pati merupakan perubahan struktur molekul yang dapat dilakukan secara kimia, fisik maupun biologis. Pati alami dapat dibuat menjadi pati termodifikasi atau *modified starch*, dengan sifat-sifat yang dikehendaki atau sesuai dengan kebutuhan (Putri dan Elok, 2017).

Salah satu metode modifikasi sifat tepung maupun pati yang dapat digunakan adalah modifikasi biologis dengan cara fermentasi. Keuntungan modifikasi pati menggunakan metode fermentasi yaitu meningkatkan nilai cerna pati, meningkatkan daya larut dan *swelling power*, meningkatkan viskositas, aman untuk dikonsumsi serta dapat memperpanjang umur simpan (Yuliana, 2012).

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah fermentasi biji hanjeli pada proses pembuatan tepung. Tekstur tepung termodifikasi lebih halus dibandingkan dengan tepung aslinya. Pada proses fermentasi sereal, mikroorganisme yang tumbuh selama fermentasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel sehingga terjadi pelunakan granula pati (Syahputri, 2015).

Fermentasi adalah metode turun temurun yang digunakan dalam proses pengolahan bahan pangan dengan tujuan untuk meningkatkan daya simpan, memperbaiki palatabilitas (daya penerimaan) dan memperbaiki pencernaan serta meningkatkan nilai nutrisi (Fadlallah dkk., 2010).

Fermentasi hanjeli menggunakan khamir yaitu *Saccharomyces cerevisiae* karena bahan baku yang akan dipakai kaya akan karbohidrat, *Saccharomyces cerevisiae* memproduksi enzim ekstraseluler amilase dan protease yang dapat memutuskan rantai (amilosa) ikatan glikosidik, sehingga rantai pati menjadi lebih pendek dan pati lebih mudah dicerna, penggunaan khamir yaitu *Saccharomyces cerevisiae* juga sebagai penganekaragaman penggunaan yeast serta pertumbuhan lebih cepat dan lebih efektif untuk memecah amylum daripada kapang (Fardiaz, 1992) Selain itu juga, *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan senyawa seperti

asam organik, alkohol dan karbonil yang dapat memberikan aroma menarik pada fermentasi (Torner *et al.*, 1992).

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan substitusi tepung hanjeli dengan tepung semolina terhadap karakteristik *spaghetti*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana substitusi tepung hanjeli dan tepung semolina dapat mempengaruhi karakteristik *spaghetti*.

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian dalam latar belakang penelitian, masalah yang dapat diidentifikasi apakah substitusi tepung hanjeli hasil fermentasi dengan tepung semolina berpengaruh terhadap karakteristik *spaghetti* yang dihasilkan?

## **1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh substitusi tepung hanjeli hasil fermentasi terhadap karakteristik *spaghetti* dari tepung semolina.

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung hanjeli hasil fermentasi terhadap karakteristik *spaghetti* dari tepung semolina.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini, diantaranya:

1. Pemanfaatan sumber daya alam lokal dari komoditi biji – bijian khususnya biji hanjeli.
2. Pemanfaatan biji hanjeli seoptimal mungkin dalam bahan pangan
3. Memberikan informasi mengenai pemanfaatan tepung hanjeli hasil fermentasi dalam pembuatan produk *spaghetti*

4. Menambah pengetahuan mengenai proses pengolahan *spaghetti* dengan substitusi tepung hanjeli hasil fermentasi.

### 1.5. Kerangka Pemikiran

Hanjeli atau jali-jali (*Coix lacryma-jobi L.*) merupakan tanaman serealida dari famili *germineae* yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan pakan, beberapa varietas memiliki biji yang dapat dimakan dan dijadikan sumber karbohidrat serta obat herbal (Nurmala, 1998).

Tepung hanjeli terbuat dari beras hanjeli melalui proses penumbukan atau penggilingan sampai berupa butiran kecil, penepungan dapat dilakukan menggunakan metode basah maupun metode kering. Hanjeli mengandung 15% air dalam 100 gram biji (Grubben dan Partohardjono, 1998 dalam Munawar, 2016). Menurut Munawar, (2016) hanjeli berpotensi menjadi sumber karbohidrat dengan kandungan pati 68,215%, kadar protein 11,81%, kadar lemak 4,54% dan kadar serat kasar 4,84%.

Pati alami memiliki kekurangan karakteristik diantaranya suspensi pati dengan viskositas dan kemampuan membentuk gel yang tidak seragam, profil gelatinisasi pati alami bervariasi sehingga jenis pati yang sama belum tentu memiliki sifat fungsional yang sama, pati alami tidak tahan suhu tinggi dan cenderung mudah terhidrolisis pada kondisi asam, pati tidak tahan proses mekanis (pengadukan atau pemompaan), kelarutan yang terbatas dan gel pati mudah mengalami sineresis akibat retrogradasi pati (Putri dan Elok, 2017).

Modifikasi pati dapat dilakukan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik dari sifat pati alami. Penggunaan pati termodifikasi pada pembuatan produk pangan dapat

meningkatkan kualitas maupun nilai fungsional produk pangan tersebut (Saguilan dkk., 2005 dalam Putra dkk., 2015).

Ada beberapa metode modifikasi pati, Putri dan Elok (2017) menyatakan modifikasi pati merupakan suatu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi kelemahan pati alami, proses modifikasi pati terdiri dari modifikasi pati secara biologi yaitu dengan modifikasi fermentasi dengan menambah mikroba penghasil enzim tertentu atau modifikasi enzimatik dimana suatu enzim yang telah diisolasi ditambahkan untuk memecah pati. Modifikasi pati secara kimiawi dengan cara penambahan asam, oksidasi, *cross-linking*, substitusi dan *kationik* (Koswara, 2009).

Fermentasi bahan pangan adalah sebagai hasil kegiatan beberapa jenis mikroorganisme di antara beribu-ribu jenis bakteri, khamir, dan kapang yang telah dikenal. Mikroorganisme yang digunakan yang dapat menghasilkan perubahan yang diinginkan terhadap bahan pangan tersebut, bukan yang menyebabkan penyakit atau kerusakan bahan pangan (Buckle, 2009).

Menurut Fardiaz (1992), proses fermentasi ragi mengubah rasa, aroma, dan nilai gizi yang mempengaruhi perubahan substrat menjadi komponen lain. Perubahan tersebut disebabkan oleh aktivitas enzim, komposisi substrat, kondisi lingkungan, tipe dan jumlah mikroba pada awal atau selama fermentasi.

Proses fermentasi merupakan proses penguraian/perombakan bahan kompleks menjadi bahan lebih sederhana melalui proses biokimia. Protein, pati dan lipid setelah dirombak oleh enzim-enzim digunakan sebagai bahan penyusun pertumbuhan dan sebagai bahan bakar respirasi.



Selama proses fermentasi menyebabkan terjadinya perubahan nilai nutrisi yang terkandung dalam biji. Perubahan nilai nutrisi ini dapat digunakan untuk memperbaiki nilai gizi atau untuk produk olahan (Suhendra, 2005).

Menurut Richana (2010), ragi tape merupakan starter yang digunakan dalam proses fermentasi tape. Ragi tape umumnya terdiri dari kapang, khamir, dan bakteri. Pembuatan tepung jagung dengan cara fermentasi ragi tape berdasarkan komposisi kimia, sifat fungsional tepung dan kualitas roti menghasilkan karakteristik yang terbaik dibandingkan menggunakan starter *L.brevis*, *L.casei*, mocal dan enzim transglutaminase.

Syahputri (2015), menyatakan fermentasi hanjeli (*Coix lacryma jobi-l*) pada proses pembuatan tepung terhadap karakteristik fisik dan kimia *cookies* dan roti tawar bahwa lama fermentasi ragi berpengaruh terhadap kadar air, kadar protein, kadar pati, kadar amilosa, dan total gula.

Menurut Syahputri (2015), *cookies* dan roti tawar yang terbaik diperoleh dari perlakuan lama fermentasi 72 jam. *Cookies* perlakuan terbaik memiliki karakteristik kadar air 4.07%; kadar protein 5.49%; daya patah 2.95 N. Roti tawar perlakuan terbaik memiliki karakteristik kadar protein 8.01%; daya kembang 249.25%; tekstur 1.95 N.

Menurut Fitriyani (2015), perlakuan lama fermentasi biji hanjeli pada proses pembuatan flakes sereal berpengaruh terhadap kadar air, kadar protein, serta daya kembang, dan tekstur flakes sereal substitusi tepung hanjeli.

Penambahan inokulum khamir dapat dilakukan dalam berbagai bentuk diantaranya dalam bentuk suspensi atau dalam bentuk kering. Banyaknya suspensi

khamir yang ditambahkan dalam fermentasi skala besar sekitar 1-3% (Prescott dan Dunn, 1959), sedangkan Rinaldy (1987) menggunakan konsentrasi inokulum 10% (v/v).

Menurut Amaria dkk (2001), *Saccharomyces cerevisiae* termasuk khamir jenis *Ascomycetes* yang banyak mengandung protein, karbohidrat, dan lemak sehingga dapat dikonsumsi oleh manusia dan hewan guna melengkapi kebutuhan nutriennya sehari-hari. *Saccharomyces cerevisiae* juga mengandung vitamin, khususnya vitamin B kompleks. *Saccharomyces cerevisiae* mudah dicerna, enak dan tidak menularkan atau menimbulkan penyakit.

Menurut Oura dalam Delwegg, (1983), *Saccharomyces cerevisiae* dapat tumbuh pada suhu 30°C dan pH 4,0-4,6. Selama proses fermentasi akan timbul panas, apabila tidak dilakukan pendinginan, suhu akan makin meningkat sehingga proses fermentasi terhambat.

Menurut Wahono dkk., (2011), dalam penelitian berjudul laju pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* pada proses fermentasi pembentukan bioetanol dari biji sorgum (*sorghum bicolor* l.). Waktu kerja optimal *Saccharomyces cerevisiae* (khamir) adalah pada jam ke-24 sampai jam ke-72. Setelah jam ke-72 proses fermentasi telah selesai dilakukan karena khamir telah mati, sehingga apabila proses fermentasi dilanjutkan tidak akan berjalan efektif. Hal ini juga dapat diindikasikan oleh tingkat keasaman larutan fermentasi yang semakin menurun karena selama proses fermentasi terbentuk senyawa-senyawa asam.

Menurut Fardiaz (1992), *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kisaran suhu pertumbuhan antara 20 - 30°C. Tetapi menurut Kumalasari (2011), *Saccharomyces*



*cerevisiae* akan tumbuh optimal dalam kisaran suhu 30-35°C dan puncak produksi alkohol dicapai pada suhu 33°C, dengan demikian Suhu tersebut merupakan suhu yang optimal bagi *Saccharomyces cerevisiae* dalam memproduksi alkohol sehingga kadar alkohol yang dihasilkan pada lama fermentasi 120 jam juga semakin meningkat. Jika suhu terlalu rendah, maka fermentasi akan berlangsung secara lambat dan sebaliknya jika suhu terlalu tinggi maka *Saccharomyces cerevisiae* akan mati sehingga proses fermentasi tidak akan berlangsung. Dengan demikian *Saccharomyces cerevisiae* termasuk kedalam mikroba mesofilik yaitu mikroba yang memiliki batas temperatur antara 50°C-60°C sedangkan temperature optimumnya antara 25°C-40°C.

Menurut Oboh (2006), fermentasi kulit ubi kayu dengan *S.cerevisiae* meningkatkan kadar protein dua kali lipat dari kadar protein kulit ubikayu tanpa fermentasi. Soccol dkk. (1994) juga menyatakan bahwa kadar protein fermentasi padat ubikayu kukus dengan *Rhizopus oligosporus* meningkat dari 1,75% menjadi 11,3%.

Tepung hanjeli juga diketahui dapat mensubstitusi tepung terigu dalam industri roti dengan ramuan 70% tepung terigu dan 30% tepung hanjeli (Lim,2013).

Menurut Nabila (2016), pengaruh perbandingan campuran tepung terigu dengan tepung gandum varietas SA1 dalam pembuatan makaroni menunjukkan pencampuran tepung terigu dengan tepung gandum pada perlakuan 20% tepung terigu : 80% tepung gandum merupakan produk terbaik dengan kadar air (7,88%), kadar abu (1,51%), kadar lemak (5,98%), kadar protein (17,93%), kadar karbohidrat (66,09%), kadar serat pangan (1,56%), dan daya serap air (114,70%).

Tingkat penerimaan organoleptik dengan karakteristik rasa 3,5 (biasa), tekstur 3,5 (biasa), warna 3,8 (suka), dan aroma 3,8 (suka).

Menurut Mestika (2017), perbandingan tepung durum dan tepung ubi jalar merah termodifikasi berpengaruh terhadap respon kimia meliputi kadar air, kadar protein, dan kadar pati, sedangkan pada respon organoleptik berpengaruh terhadap atribut warna (mentah), warna (matang), tekstur, aroma, kekenyalan, dan rasa.

Menurut Putri (2017), substitusi tepung semolina berpengaruh terhadap warna, aroma, rasa, kekenyalan, kadar air, kadar protein, kadar serat kasar dan kadar pati makaroni ubi jalar ungu.

#### **1.6.Hipotesis Penelitian**

Menurut kerangka pemikiran, maka diduga substitusi tepung hanjeli hasil fermentasi dengan tepung semolina berpengaruh terhadap karakteristik *spaghetti*.

#### **1.7.Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Jurusan Teknologi Pangan Universitas Pasundan Jl. Setiabudhi No. 193 Bandung, dimulai pada bulan Maret 2019 sampai dengan selesai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K.O. & O.S. Lawal. 2003. **Microstructure, Functional Properties and Retrogradation Behaviour of Mucuna Bean (*Mucuna pruriens*) Starch on Heat Moisture Treatments**. *Jurnal Food Hydrocolloid* 17: 265-316.
- Adeleke, R.O dan Odedeji, J.O. 2010. **Functional Properties of Wheat and Sweet Potato Flour Blends**. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9 (6): 535-538.
- Anief, Moh. 1999. **Sistem Dispersi, Formulasi Suspensi dan Emulsi**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Anggraeni, R. 2015. **Aplikasi Pati Untuk Industri**. Terdapat pada: <https://foodtech.binus.ac.id/2015/08/28/aplikasi-pati-untuk-industry/>. Diakses: 15 Desember 2018.
- Almatsier, S. 2010. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Amaria, Isnawati, Rini, dan Tukiran. 2001. **Biomassa *Saccharomyces cerevisiae* dari limbah buah dan sayur sebagai sumber vitamin B**. Himpunan Makalah Seminar Nasional Teknologi Pangan.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2005. **Official Method of Analysis Association of Official Analytical of Chemists**. The Association Official Analytical Chemist. Inc. Arlington.
- Azrai, M. 2017. **Asal Usul dan Taksonomi Tanaman Gandum [Jurnal]**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Departemen Pertanian. Bogor.
- Aptindo. 2016. **Buku Putih Aptindo**. [www.aptindo.or.id](http://www.aptindo.or.id). Diakses pada 15 November 2019.
- Banks W dan Greenwood CT. 1975. **Starch and Its Components**. Helsted Press, John Willey and Sons, New York.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G. H., and Wotton, M. 1987. **Ilmu Pangan**. Diterjemahkan oleh Hari Purnomo dan Adiono. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Buckle, K.A., R.A. Edward, G.H. Fleet dan Wootton. 2009. **Ilmu Pangan. Terjemahan: Hari Purnomo dan Adiono**. UI-Press. Jakarta.

- Collado, L.s., and H. Corke. 1997. **Properties of Starch Noodles as Affected by Sweet Potato Genotype**. *Cereal Chem.* 74 (2) : 182-187. *Dalam* Denok, M. (2017). **Korelasi Konsentrasi Koji (*Bacillus Subtilis*) Dan Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Tepung Ubi Jalar Dan Aplikasinya Pada Pengolahan Pangan**. Universitas Pasundan. Bandung
- Dahlan dan S. Handono. 2005. **Fermentasi Sayur dan Buah**. Departemen Perindustrian. Bogor.
- De Mot, R. (1990). **Conversion of starch by yeasts**. *Dalam*: Verachtert, H. dan De Mot R. (ed.). **Yeasts Biotechnology and Biocatalysis**. Marcel Dekker, New York.
- Departemen Perindustrian. 1994. **Syarat Mutu Garam Konsumsi Beryodium**. Balai Industri, Semarang.
- Desianti, G. R., Hervelly., dan Cahyadi, W. 2016. **Pengaruh Substitusi Tepung Ubi Jalar Putih kedalam Tepung Terigu Terhadap Karakteristik *Stick Rumput Laut***. Skripsi Universitas Pasundan. Bandung.
- Desrosier, N.W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan. Diterjemahkan oleh Muchji Mulyohardjo**. Edisi III Universitas Indonesia. Jakarta.
- Dufour, D., Larssonneur, S., Alarcon, F., Brabet, C. dan Chuzel, G. (2003). *Dalam* Gandjar, I., W. Sjamsuridzal, dan A. Oetari. 2006. **Mikologi Dasar Dan Terapan**. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Dutaopinion, 2017. **Gambar *Carboxymethyl cellulose***. [www.dutaopinion.com](http://www.dutaopinion.com). Diakses pada 16 November 2018.
- Dwidjoseputro. 2005. **Dasar-dasar Mikrobiologi**. Djembatan, Jakarta
- Dziedzic, S. Z. dan M. W. Kearsley. 1995. **The Technology of Starch Production**. Di dalam S.Z. Dziedzic dan M.W. Kearsley (eds). *Handbook of Starch Hydrolysis Product and Their Derivatives*. Blackie Academic and Professional, London.
- Efendi, P.J. (2010). **Kajian Karakteristik Fisik Mocaf (Modified Cassava Flour) dari Ubi Kayu (*Manihot esculenta crantz*) Varietas Malang-I dan Varietas Mentega dengan Perlakuan Lama Fermentasi**. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.
- Fadlallah, O.E., El Tinay, A.H dan Babiker, E.E. (2010). **Biochemical characteristics of sorghum flour fermented and/or supplemented with chickpea flour**. *International Journal of Biological and Life Sciences*.

- Fardiaz, S. 1992. **Mikrobiologi Pangan I**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fatchuri, A., dan Wijayatiningrum, F.N. 2009. **Modifikasi Cassava Strach dengan Proses Oksidasi Sodium Hypoclorite Untuk Industri Kertas**. Seminar Penelitian Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Febriyanti, T. 1990. **Studi Karakteristik Fisik, Kimia, dan Fungsional Beberapa Varietas Tepung Singkong**. Skripsi. Institiut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fitriani. 2013. **Pengembangan Produk Makaroni Dari Campuran Jewawut Ubi Jalar Ungu dan Terigu**. Jurnal Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fitriyani, dkk. 2015. **Pemanfaatan Biji Jali (*Coix Lacryma Jobi-L*) Termodifikasi Dalam Pembuatan Flakes Sereal**. Jurusan Ilmu Teknologi Pangan. Universitas Islam Al-Ihya. Kuningan.
- Fogarty, William M. 1983. **Microbial Enzyme and Biotechnology**. Applied Science Publisher. New York.
- Gaman PM, Sherrington KB. 1992. **Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi**. Edisi ke-2. Terjemahan Gardjito M, Narula S, Murdiati A, dan Surjono. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Gasperz, V. 1995. **Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan**. Edisi Pertama. P.T. Tarsito. Bandung.
- Grubben, G. J. H. & S. Partohardjono. 1996. **Plant Resources of South-East Asia No. 10 : Cereals**. Prosea, Bogor.
- Harper, J.M. 1981. **Extrusion of Food**. CRC Press, Inc Florida.
- Hatmanti, A. 2000. **Pertumbuhan *Saccharomyces fibuligera* dan *Saccharomyces cerevisiae* pada Fermentasi Etanol Kulit Pisang Cavendish pada pH Awal yang Berbeda**. Balitbang Lingkungan Laut, Puslitbang Oseanologi, LIPI. Bogor.
- Hawusiwa, E.S., A. K. Wardani, dan D. W. Ningtyas. 2015. **Pengaruh Konsentrasi Pasta Singkong (*Manihot esculenta*) dan Lama Fermentasi Pada Proses Pembuatan Minuman Wine Singkong**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.3 No 1 p. 147-155



- Hidayat, B., Y.R. Widodo, dan C.U. Wirawati. 2006. **Pengaruh Jenis Ubi Kayu terhadap Karakteristik Tepung Ubi Kayu (*Cassava Flour*) yang dihasilkan**. Laporan Penelitian Hibah Kompetisi pemerintah Daerah Provinsi Lampung Tahun Anggaran 2006. Politeknik Negeri Lampung. Lampung.
- Hidayat, Beni., Kalsum Nurbani dan Surfiana. 2009. **Karakterisasi Tepung Ubi Kayu Modifikasi Yang Diproses Menggunakan Metode Prigelatinisasi Parsial (Characterization of Modified Cassava Flour Processed THROUGH Partial Pregelatinisation Method)**. Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian Volume 14, No 2.
- Hoseney, R. C. (1998). **Principles of Cereal Science and Technology, 2nd ed.**. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota.
- Huang, D.P. 1995. **New Perspective on Starch and Starch Derrivates for Snack Applications**. Tersedia dalam :<http://www.foodstarch.com/products/services/pdfs/newspersp.pdf>. Diakses: 15 Desember 2018.
- Imanningsih, N. 2012. **Gelatinisation profile of several flour formulation for estimating cooking behavior**. Penelitian Gizi Makanan, 35 (1), 13 – 22.
- Jules. 2004. dalam Gandjar, I., W. Sjamsuridzal, dan A. Oetari. 2006. **Mikologi Dasar Dan Terapan**. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Juliano, B.O. 1971. **Amylose Analysis in Rice. In: Proceedings of the Workshop on Chemical Aspect of Rice Grain Quality**. IRRI. Los Banos.
- Kamal, N. 2010. **Pengaruh Bahan Aditif CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) Terhadap Beberapa Parameter Pada Larutan Sukrosa**. Jurnal Teknologi Vol. 1, Edisi 17. Itenas library. Bandung.
- Kingarthurflour, 2017. **Gambar Tepung Semolina**. [www.kingarthurflour.com](http://www.kingarthurflour.com). Diakses pada 11 November 2018.
- Klanarong, S., Kuakoon P., Kunruedee S., and Cristopher O. (2002). **Modification of Cassava Strach**. Paper of X Internasional Strach Convention. Poland.
- Koeswara, Sutrisno. 2007, **Produk Pasta, Beraneka Bentuk Dan Rupa**. (Online). [http://www.ebookpangan.com/pasta\\_reff.html](http://www.ebookpangan.com/pasta_reff.html). Diakses: 16 November 2018.
- Kosasih, V.A. 2017. **Analisa Kuantitatif Produk Akhir Pasta Secara Kimiawi PT. Indofood Sukses Makmur Tbl. Bogasari Flour Mills Division Jakarta [Skripsi]**. Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.



- Kompiang, L. P., J. Dharma, T. Purwadaria, A. Sinurat, dan Supriyati. 1994. **Protein Enrichment: Study *Cassava* Enrichment Melalui Bioproses**
- Kulp, K. and Ponte, J.G.Jr, 2000. **Handbook of Cereal Science and Technology, 2nd edition**, Marcel Dekker, Inc., USA.
- Kurtzman, C. P. dan Yarrow, D. 1998. dalam Gandjar, I., Sjamsuridzal, W., dan Oetari, A. 2006. **Mikologi Dasar Dan Terapan**. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Li J.Y., dan Yeh, A.I. 2001. **Relationship Between Thermal, Rheological Characteristics, and Swelling Power for Various Starches**. J. Food Engineering Vol. 50: 141-148.
- Lim, T.K. 2013. **Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Volume 5. Fruits**. DOI 10.1007/978-94-007-5653-3\_14. Springer Science+Business Media Dordrecht 2013.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Parker, J. 2000. **Brock Biology of Microorganisms**. Ninth Edition. Prentice-Hall. London.
- Mestika, U. W. 2017. **Pengaruh Perbandingan Tepung Ubi Jalar Merah (*Ipomoea batatas L*) Termodifikasi Dengan Tepung Durum Terhadap Karakteristik *Fettucini***. Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan.
- Moat, A.G., J.W. Foster & M.P. Spector. 2002. **Microbial Physiology 4thed**, Elvisier Science B.V. Amsterdam.
- Moorthy, S.N. (2004). **Tropical Sources of Starch**. Didalam: Ann Charlotte Eliasson (ed). **Starch in Food: Structure, Function, and Application**. CRC Press, Baco Raton, Florida.
- Muchtadi, D. 2011. **Karbohidrat Pangan Dan Kesehatan**. ALFABETA. Bandung.
- Muko, A. 2014. **Pengujian Kadar Protein Pada Tepung Terigu Cakra Kembar dan Tepung Terigu Segitiga Biru Dengan Metode Kjeldahl**. Skripsi Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Munarso SJ. 1998. **Modifikasi sifat fungsional tepung beras dan aplikasinya dalam pembuatan mi beras instan [tesis]**. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

- Mutia, I. R., 2011. **Profil Tapioka Terfermentasi sebagai Pati Termodifikasi Menggunakan Inokulum Campuran *Saccharomyces cerevisiae* dan *L. Plantarum*** . [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Nabila, R. 2016. **Pengaruh Perbandingan Campuran Tepung Terigu dengan SA<sub>1</sub> dalam Pembuatan Makaroni**. Jurnal Universitas Andalas. Padang.
- Nurmala, S. W. 1998. **Serealia Sumber Karbohidrat Utama**. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nurmala, Tati. 1998. **Serealia Sumber karbohidrat Utama**. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nurmala, T. (2003). **Serealia Sumber Karbohidrat Utama**. PT. Rineka Cipta Jakarta. Jakarta.
- Nurmala, T. (2009). **Prospek Jali (*Coix lacryma-jobi L.*) sebagai Pangan Serealia**. Gramedia : Jakarta.
- Nurmala, T. (2011). **Potensi dan Prospek Pengembangan Hanjeli (*Coix lacryma joi L*) sebagai Pangan Bergizi Kaya Lemak untuk Mendukung Diversifikasi Pangan Menuju Ketahanan Pangan Mandiri**. Artikel Pangan Vol. 20 No. 1 Maret 2011 hal. 41-48.
- Oboh, G. dan Akindahunsi, A. A. 2003. **Biochemical changes in cassava products (flour and gari) subjected to *Saccharomyces cerevisiae* solid media fermentation**. Food Chemistry Journal.
- Oladunmoye, O. O., Aworh, C. O., Dixon, M. B., Eukainure, L. O., Elemo, N. G. 2014. **Chemical and functional properties of cassava starch durum wheat semolina flour, and their blends**. Food Science & Nutrition. Nigeria.
- Oura, E. 1983. **Reaction Products of Yeast Fermentation**. Di dalam H. Dellweg (ed.) **Biotechnology Volume III**. Academic Press. New York.
- Pastafits. (2015). **Pastafits**. <https://pastafits.org/pasta-101/pasta-iq/pasta-facts/>. National Pasta Association. Washington.
- Poedjiadi, A., dan F.M. Titin S. 2005. **Dasar-Dasar Biokimia**. UI-Press. Jakarta.
- Prescott, S. G and C. G. Dunn. 1959. **Industrial Microbiology**. McGraw-Hill BookCompany. New York.

- Purnamasari, I., dan Januarti, H. 2010. **Pengaruh Hidrolisa Asam Alkohol dan Waktu Hidrolisa Terhadap Sifat Tepung Tapioka**. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro
- Purwanto, E. (2017). **Teknis Budidaya Hanjeli Organik Teknologi MMC**. Tersedia: <http://agrokomplekskita.com/teknis-budidaya-hanjeli-organik-teknologi-mmc>. Diakses: 11 November 2018.
- Putranto, W. S. 2005. **Potensi Yeast (*Khamir*) dalam Produksi Protease Ekstraseluler dan Senyawa Anti Mikrobial Serta Peluang Aplikasinya Pada Industri Pangan**. Universitas Padjajaran. Bandung
- Putri, U. 2017. **Pengaruh Sustitusi Tepung Semolina Terhadap Karakteristik Makaroni Ubi Jalar Ungu**. Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan.
- Putri, W.D.R., dan Elok Z. 2017. **Pati: Modifikasi dan Karakteristiknya**. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rahma, R.N. 2017. **Modifikasi Tepung Ganyong (*Canna edulis* Kerr.) Metode Heat Moisture Treatment Pada Suhu Dan Waktu Pemanasan Berbeda Dan Aplikasi Tepung Pada Pembuatan Cookies**. Skripsi. Universitas Pasundan. Bandung.
- Ramos, L.vá., Lupetti, K.vO., Carvalho, E.T., and Fatibello-Filho, O. 2000. **Use of the crude extract of fruits of *Solanum nigrum* L. in chemistry teaching**. *Eclectic Chemistry*. 25: 110-120.
- Rauf, R dan Sarbini, D. (2015). **Daya Serap Air Sebagai Acuan untuk Menentukan Volume Air dalam Pembuatan Adonan Roti dari Campuran Tepung Terigu dan Tepung Singkong**. *Agritech* Vol. 35. No.3 halaman 324-330.
- Reddy, G., Altaf, M.D., Naveena, B.J., Venkateshwar, M., Kumar, E.V. 2008. **Amylolytic bacterial lactic acid fermentation-Areview**. *Biotechnol Adv*. 26: 22–34.
- Rochman H. dan Fardiaz S. 1990. **Bakteri Asam Laktat dan Peranannya dalam Pengawetan Makanan**. Media Teknologi Pangan. Lembaga Sumberdaya Informasi – IPB. Bogor.
- Rubatzky,V.E dan Yamaguchi. 1998. **Sayuran Dunia, Prinsip, Produksi, dan Gizi, alih bahasa Catur Herison**. ITB, Bandung.

- Sari, N. K. 2009. **Pengaruh Penambahan *Saccaromyces cerevisiae* dan Lama Fermentasi terhadap kandungan Gizi dan Mutu Pati termodifikasi.** [Skripsi]. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sassner, P., Martensson, C.-G., Galbe, M., & Zacchi, G. 2008. **Steam pretreatment of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-impregnated Salix for the production of bioethanol.** *Bioresource Technology*.
- Sissons, M. 2018. **Role of Durum Wheat Composition on the Quality of Pasta and Bread.** NSW Depastement of Primary Industrics. Australia.
- SNI 01-3777-1995. **Syarat Mutu Makaroni.** Badan Standarisasi Nasional. BPOM. Jakarta.
- Stanburry, P. F., dan Whitaker, A. 1995. dalam Gandjar, I., Sjamsuridzal, W., dan Oetari, A. 2006. **Mikologi Dasar Dan Terapan.** Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Soccol, C. R., Raimbault, B. M. dan Lebeault, J. M. (1994). **Breeding and growthof *Rhizopus* in raw cassava by solid state fermentation.** *Applied Microbiology Biotechnology*.
- Soewarno. Soekarto, 1985. **Penilaian Organoleptik.** Bathara Karya Aksara: Jakarta.
- Suarni, 2017. **Struktur dan Komposisi Biji dan Nutrisi Gandum.** Balai Penelitian Tanaman Serelia.
- Sudarmadji, S., Bambang H., dan Suhardi. 2010. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian.** Liberty. Yogyakarta.
- Sunarsi, S., Sugeng, M., Wahyuni, S., dan Ratnaningsih, W. 2011. **Memfaatkan Singkong Menjadi Tepung Mocaf untuk Pemberdayaan Masyarakat Sumberejo.** Seminar Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Univet Bantara Sukoharjo.
- Suriani, A.I. 2008. **Mempelajari Pengaruh Pemanasan dan Pendinginan Berulang terhadap Karakteristik Sifat Fisik dan Fungsional Pati Garut (*Marantha arundinacea*) Termodifikasi.** Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Syahputri A. D. dan A. K. Wardani. 2015. **Pengaruh Fermentasi Jali (*Coix Lacryma Jobi-L*) Pada Proses Pembuatan Tepung Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Cookies Dan Roti Tawar.** *Jurnal Pangan dan Agroindutri* 3(3): 984-995.



- Syah, D. (2012). **Pengantar Teknologi Pangan**. IPB Press : Bogor.
- Taggart, P. 2004. **Starch as an Ingredient: Manufacture and Applications**. Starch in Food. Woodhead Publishing Limited.
- Tarigan, E. (2018). **Artikel: Hanjeli, Biji-bijian Pengganti Beras Jadi Favorit Warga Wado Sumedang**. Terdapat: <http://www.rmol.co/read/2018/01/05/320959/Hanjeli,-Biji-Bijian-Pengganti-Beras-Jadi-Favorit-Warga-Wado-Sumedang->. Diakses: 11 November 2018.
- Torner, M. J., Martinez-Anaya M. A., Antuna B., Benedito, de Barber C. 1992. **Headspace flavour compounds produced by yeasts and lactobacilli during fermentation of preferments and bread doughs**. Int J Food Microbiol 15(1–2):145–152.
- Vijayagopal, K. dan Balagopalan, C. 1988. **Fermentation of cassava starch hydrolysate with immobilized cells of *S.cerevisiae*. An Article**. Central Tuber Crops Research Institute (Indian Council of Agricultural Research). Kerala, India.
- Volk dan Wheeler. 1993. **Mikrobiologi Dasar I**. Jakarta: Erlangga
- Wahono, S. K., E. Damayanti, V. T. Rosyida, E. I. Sadyastuti. 2011. **LAJU PERTUMBUHAN *Saccharomyces cerevisiae* PADA PROSES FERMENTASI PEMBENTUKAN BIOETANOL DARI BIJI SORGUM (*Sorghum bicolor L.*)**. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Wahyuni, A.M. dan A. Made. 1998. **Teknologi Pengolahan Pangan Hewani Tepat Guna**. Jakarta: CV. Akademika Pressindo. 120.
- Wahyuningsih, K., Natasa P.D., Wisnu C., dan Endang Y.P. (2015). **Pemanfaatan Beras (*Oryza sativa L.*) Inpari 17 Menjadi Tepung sebagai Bahan Baku Roti Tawar Non Gluten**. Jurnal Pangan, Vol. 24 No. 3 Desember 2015 : hal 167-182.
- Walstra P, Geurts TJ, Noomen A, Jellema A, Boekel MAJS. 1999. **Dairy Technology**. Principlless of Milk Properties and Processes. New York: Marcell Dekker
- Wati, N.L. 2012. **Identifikasi Karakteristik Lahan Berdasarkan Zona Agroekologi untuk Pewilayahan Tanaman Gandum Varietas Dewata di Kabupaten Semarang**. Jurnal Universitas Kristen Satya Wacana. Semarang.

Winarno, F. G. Dan Jenie, S. L. 1974. **Dasar Pengawetan, Sanitasi, dan Peracunan**. Departemen Teknologi Hasil Pertanian. Fatemeta. IPB. Bogor.

Winarno, F.G. 1993. **Pangan Gizi Teknologi dan Konsumen**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Winarno, F.G. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Zubaidah, E., dan I. Noviatul. 2006. **Pengaruh Penambahan Kultur (*Aspergillus niger L, Plantarum*) dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Mocaf**. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya.

Zulaidah, Agustien. (2016). **Modifikasi Ubi Kayu Dengan Kombinasi Proses Penggaraman dan Proses Biologi Untuk Substitusi Terigu**. Jurnal Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Panandaran.

