

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP  
KARAKTERISTIK TEPUNG SORGUM MODIFIKASI  
DENGAN METODE *HEAT MOISTURE TREATMENT* (HMT)**

---

**TUGAS AKHIR**

---

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

Oleh :

**Wynne Tetra Carlovera**

**173020016**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2022**

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP  
KARAKTERISTIK TEPUNG SORGUM MODIFIKASI  
DENGAN METODE *HEAT MOISTURE TREATMENT* (HMT)**

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

Oleh :

**Wynne Tetra Carlovera**

**173020016**

**Menyetujui:**

**Pembimbing Utama**



**(Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi, M. Si.)**

**Pembimbing Pendamping**



**(Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng)**

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP  
KARAKTERISTIK TEPUNG SORGUM MODIFIKASI  
DENGAN METODE *HEAT MOISTURE TREATMENT* (HMT)**

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

Oleh :

**Wynne Tetra Carlovera**

**173020016**

**Mengetahui,**

**Koordinator Tugas Akhir  
Program Studi Teknologi Pangan  
Fakultas Teknik  
Universitas Pasundan**



**(Dr. Yellianty, S.Si., M.Si.)**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah memberikan kekuatan, kesehatan dan kenikmatan yang tidak terhingga, serta karena rahmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh Suhu dan Waktu Pemanasan Terhadap Karakteristik Tepung Sorgum Modifikasi Dengan Metode *Heat Moisture Treatment* (HMT)”**.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan doa, serta masukan dari berbagai pihak laporan ini tidak akan terselesaikan. Oleh karena itu, penulis ini mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi, M. Si., selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyusunan laporan tugas akhir ini
2. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyusunan laporan tugas akhir.
3. Rini Triani, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran pada penulis.
4. Dr. Yellianty, S.Si, M.Si., selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
5. Kedua orang tua ayah Rubiya dan ibunda Wagilah yang selalu memberikan dukungan, motivasi, do'a yang tiada henti bagi penulis baik berupa materi

maupun non materi selama kuliah sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir.

6. Sahabat – sahabat seperjuangan dalam menempuh gelar Sarjana Teknik di Universitas Pasundan Bandung, Savitri Retno, Morina Amelia, Mila Erlina, Anisa Septiani, Leni Atikah, Safna Annisa, Regina Salma, Nadhira Lisda yang telah memberikan semangat, dorongan, bantuan serta bimbingan dan sahabat-sahabatku yang lain atas segala saran dan dukungannya.
7. Seluruh teman Kelas A dan teman-teman Mahasiswa Tekonologi Pangan Angkatan 2017.
8. Kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu terimakasih atas dukungan dan bantuannya.

Akhir kata penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir baik penulisan kata atau pun materi yang disampaikan. Oleh karena itu demi penyempurnaan Tugas Akhir ini penulis mengharapkan kritik dan saran yang disampaikan dari semua pihak demi penyempurnaannya, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan umumnya bagi semua pihak yang membacanya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	8
1.3. Maksud dan Tujuan .....	8
1.4. Manfaat Penelitian.....	8
1.5. Kerangka Pemikiran .....	9
1.6. Hipotesis .....	12
1.7. Tempat dan Waktu Penelitian .....	13
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>14</b>
2.1. Sorgum .....	14
2.2. Tepung Sorgum .....	17
2.3. Modifikasi Pati .....	21
2.4. Heat Moisture Treatment (HMT) .....	23
<b>III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>29</b>
3.1. Bahan dan Alat Penelitian .....	29
3.1.1. Bahan Penelitian .....	29
3.1.2. Alat Penelitian .....	29
3.2. Metode Penelitian.....	29
3.2.1. Penelitian Pendahuluan.....	30
3.2.2. Penelitian Utama.....	30
3.2.3. Tahapan Lanjutan .....	34
3.3. Deskripsi Penelitian.....	35
3.3.1. Deskripsi Penelitian Pendahuluan .....	35



3.3.2. Deskripsi Penelitian Utama .....	36
3.3.3. Deskripsi Penelitian Lanjutan.....	38
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>44</b>
4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan.....	44
4.2. Hasil Penelitian Utama.....	44
4.2.1. Analisis Kimia .....	45
4.2.2. Analisis Fisik .....	50
4.3. Hasil Penelitian Lanjutan .....	53
4.3.1. Respon Organoleptik .....	54
<b>V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Komposisi Kimia Biji Sorgum dalam 100 gram Bahan.....	15
2. Komposisi Nutrisi Berbagai Jenis Sereal.....	20
3. Komposisi Asam Amino Tepung Sorgum dan Tepung Terigu .....	20
4. Layout Percobaan dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK).....	32
5. Analisis Variansi (ANAVA) untuk Percobaan RAK.....	33
6. Kriteria Skala Hedonik.....	35
7. Data Hasil Penelitian Pendahuluan .....	44
8. Pengaruh Suhu Pemanasan Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) Terhadap Kadar Air (%).....	45
9. Pengaruh Waktu Pemanasan Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) Terhadap Kadar Air (%).....	46
10. Pengaruh Suhu Pemanasan Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) Terhadap Kadar Pati (%).....	48
11. Pengaruh Suhu Pemanasan Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) Terhadap Kadar Protein (%) .....	49
12. Tabel Hasil Amilografi <i>Rapid Visco Analyzer</i> (RVA) Tepung Sorgum Modifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT).....	50
13. Interaksi Dua Arah Faktor S dan W Terhadap Warna Produk Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) .....	54
14. Interaksi Dua Arah Faktor S dan W Terhadap Aroma Produk Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT). .....	55



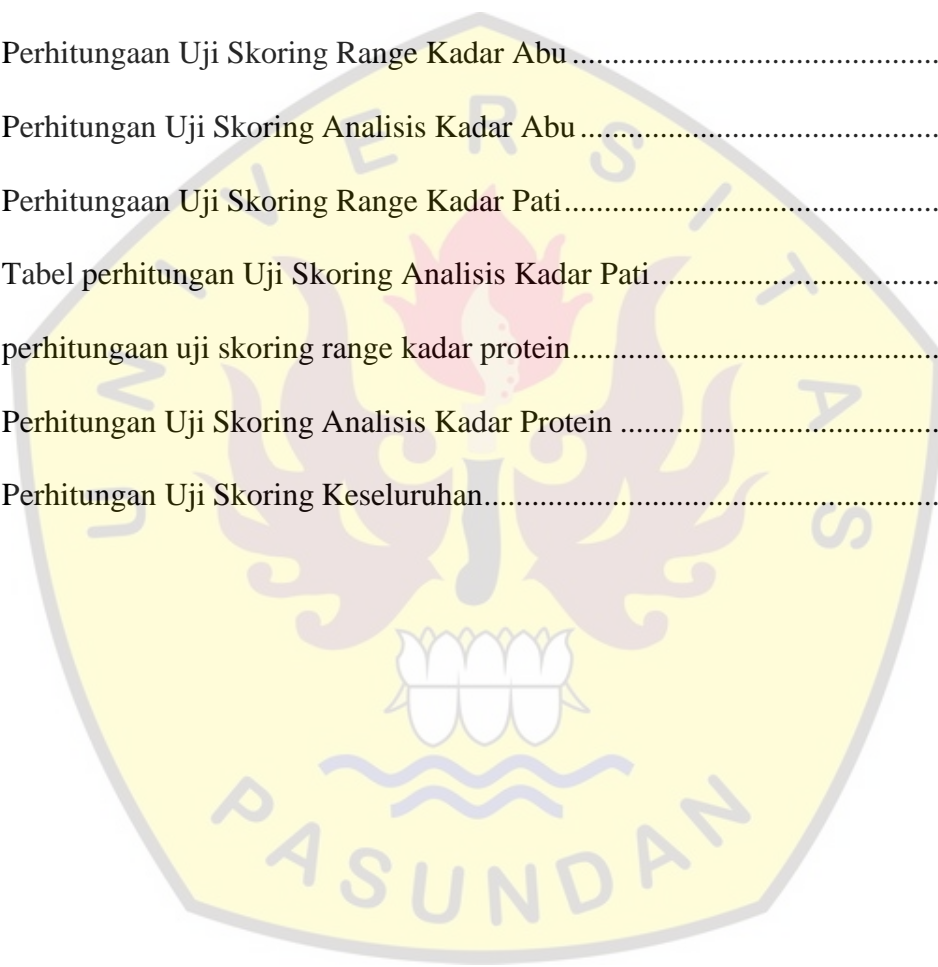
15. Interaksi Dua Arah Faktor S dan W Terhadap Rasa Produk Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) .....	57
16. Interaksi Dua Arah Faktor S dan W Terhadap Tekstur Produk Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) .....	58
17. Perhitungan Formulasi Pembuatan Mie Basah .....	73
18. Kebutuhan Sampel Pada Penelitian Utama .....	73
19. Kebutuhan Sampel Pada Penelitian Lanjutan .....	73
20. Total Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Lanjutan .....	73
21. Total Biaya Kebutuhan Analisis Penelitian Utama .....	74
22. Hasil Penelitian Kadar Air Tepung Sorgum .....	74
23. Data Perhitungan Kadar Air Tepung Sorgum Termodifikasi .....	75
24. Data Hasil Analisis Kadar Air (%) Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) .....	76
25. Analisis Variansi (ANAVA) Penelitian Utama Kadar Air .....	78
26. Uji Lanjut Duncan Penelitian Utama Faktor S Kadar Air .....	78
27. Uji Lanjut Duncan Penelitian Utama Faktor W Kadar Air .....	79
28. Data Perhitungan Kadar Abu Tepung Sorgum Termodifikasi .....	80
29. Pengaruh Suhu dan Waktu Pemanasan Terhadap Kadar Abu (%) Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) .....	81
30. Analisis Variansi (ANAVA) Penelitian Utama Kadar Air .....	81
31. Data Perhitungan Kadar Pati Tepung Sorgum Termodifikasi .....	83
32. Data Hasil Analisis Kadar Pati (%) Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) .....	85

33. Analisis Variansi (ANAVA) Penelitian Utama Kadar Pati (%) .....	85
34. Uji Lanjut Duncan Penelitian Utama Faktor S Kadar Pati.....	86
35. Data Perhitungan Kadar Protein Tepung Sorgum Termodifikasi .....	87
36. Data Hasil Analisis Kadar Protein (%) Tepung Sorgum Termodifikasi <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) .....	89
37. Analisis Variansi (ANAVA) Penelitian Utama Kadar Protein (%).....	89
38. Uji Lanjut Duncan Penelitian Utama Faktor S Kadar Protein .....	90
39. Hasil Analisis Amilografi Metode <i>Rapid Visco Analyzer</i> (RVA).....	91
40. Data Hasil Uji Hedonic Atribut Warna Ulangan 1 .....	93
41. Data Hasil Uji Hedonic Atribut Warna Ulangan 2 .....	94
42. Data Hasil Uji Hedonic Atribut Warna Ulangan 3 .....	95
43. Rata-Rata Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Warna .....	96
44. Rata-Rata Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Warna.....	97
45. Analisis Variansi (ANAVA) Atribut Warna Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi .....	97
46. Uji Lanjut Duncan Faktos S Atribut Warna.....	98
47. Uji Lanjut Duncan Faktor W Atribut Warna .....	98
48. Interaksi Faktor S dan W Atribut Warna .....	99
49. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Faktor Suhu Pemanasan (S) Terhadap Faktor Waktu Pemanasan (W) Pada Atribut Warna.....	100
50. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Faktor Waktu Pemanasan (W) Terhadap Faktor Suhu Pemanasan (S) Pada Atribut Warna.....	100
51. Dua Arah Atribut Warna Tepung Sorgum Termodifikasi.....	101

52. Data Hasil Uji Hedonic Atribut Aroma Ulangan 1 .....	102
53. Data Hasil Uji Hedonic Atribut Aroma Ulangan 2 .....	103
54. Data Hasil Uji Hedonic Atribut Aroma Ulangan 3 .....	104
55. Rata-Rata Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Aroma.....	105
56. Rata-Rata Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Aroma .....	106
57. Analisis Variansi (ANAVA) Atribut Aroma Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi .....	106
58. Uji Lanjut Duncan Faktor S Atribut Aroma.....	107
59. Uji Lanjut Duncan Faktor W Atribut Aroma.....	107
60. Interaksi Faktor S dan W Atribut Aroma .....	109
61. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Faktor Suhu Pemanasan (S) Terhadap Faktor Waktu Pemanasan (W) Pada Atribut Aroma .....	110
62. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Faktor Waktu Pemanasan (W) Terhadap Faktor Suhu Pemanasan (S) Pada Atribut Aroma .....	110
63. Dua Arah Interaksi Suhu dan Waktu Pemanasan Terhadap Atribut Warna Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi.....	111
64. Data Hasil Uji Hedonic Atribut Rasa Ulangan 1 .....	112
65. Data Hasil Uji Hedonic Atribut Rasa Ulangan 2 .....	113
66. Data Hasil Uji Hedonic Atribut Rasa Ulangan 3 .....	114
67. Rata-Rata Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Rasa .....	115
68. Rata-Rata Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Rasa.....	116
69. Analisis Variansi (ANAVA) Atribut Rasa Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi .....	116

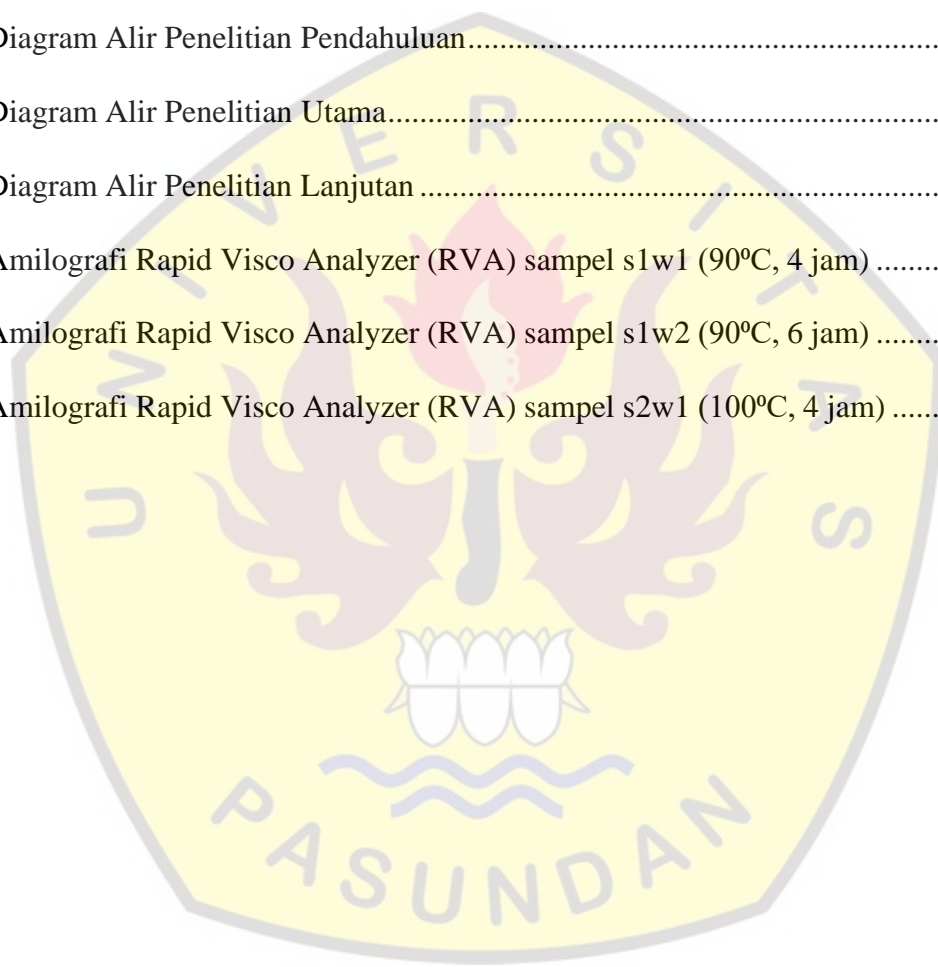
70. Uji Lanjut Duncan Faktos S Atribut Rasa.....	117
71. Uji Lanjut Duncan Faktos W Atribut Rasa .....	117
72. Interaksi Faktor S dan W Atribut Rasa .....	119
73. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Faktor Suhu Pemanasan (S) Terhadap Faktor Waktu Pemanasan (W) Pada Atribut Rasa.....	120
74. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Faktor Waktu Pemanasan (W) Terhadap Faktor Suhu Pemanasan (S) Pada Atribut Rasa.....	120
75. Dua Arah Interaksi Suhu dan Waktu Pemanasan Terhadap Atribut Rasa Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi.....	121
76. Data Hasil Uji Hedonik Atribut Tekstur Ulangan 1.....	122
77. Data Hasil Uji Hedonik Atribut Tekstur Ulangan 2.....	123
78. Data Hasil Uji Hedonik Atribut Tekstur Ulangan 3.....	124
79. Rata-Rata Data Asli Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur.....	125
80. Rata-Rata Data Transformasi Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur .....	126
81. Analisis Variansi (ANAVA) Atribut Tekstur Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi .....	126
82. Uji Lanjut Duncan Faktos S Atribut Tekstur .....	127
83. Uji Lanjut Duncan Faktos W Atribut Tekstur.....	127
84. Interaksi Faktor S dan W Atribut Tekstur.....	129
85. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Faktor Suhu Pemanasan (S) Terhadap Faktor Waktu Pemanasan (W) Pada Atribut Tekstur .....	130
86. Uji Lanjut Duncan Pengaruh Faktor Waktu Pemanasan (W) Terhadap Faktor Suhu Pemanasan (S) Pada Atribut Tekstur .....	130

87. Dua Arah Interaksi Suhu dan Waktu Pemanasan Terhadap Atribut Tekstur Mie Basah Tepung Sorgum Termodifikasi.....	131
88. Perhitungan Uji Skoring Range Kadar Air.....	132
89. Perhitungan Uji Skoring Analisis Kadar Air.....	133
90. Perhitungan Uji Skoring Range Kadar Abu .....	134
91. Perhitungan Uji Skoring Analisis Kadar Abu .....	134
92. Perhitungan Uji Skoring Range Kadar Pati.....	135
93. Tabel perhitungan Uji Skoring Analisis Kadar Pati.....	135
94. perhitungan uji skoring range kadar protein.....	136
95. Perhitungan Uji Skoring Analisis Kadar Protein .....	136
96. Perhitungan Uji Skoring Keseluruhan.....	137



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Tanaman Sorgum .....	14
2. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan.....	41
3. Diagram Alir Penelitian Utama.....	42
4. Diagram Alir Penelitian Lanjutan .....	43
5. Amilografi Rapid Visco Analyzer (RVA) sampel s1w1 (90°C, 4 jam) .....	92
6. Amilografi Rapid Visco Analyzer (RVA) sampel s1w2 (90°C, 6 jam) .....	92
7. Amilografi Rapid Visco Analyzer (RVA) sampel s2w1 (100°C, 4 jam) .....	92





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan Jumlah Ulangan .....	66
2. Analisis Kadar Air dengan Metode Gravimetri (AOAC, 2010) .....	67
3. Analisis Kadar Protein Metode Kjeldahl ( SNI 3820:2015) .....	68
4. Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri (SNI 01-2891-1992) .....	69
5. Analisis Kadar Karbohidrat (Pati) Metode Luff Schoorl (AOAC, 2003) .....	70
6. Analisis <i>Rapid Visco Analyzer</i> (RVA) .....	71
7. Formulir Uji Organoleptik .....	72
8. Perhitungan Formulasi .....	73
9. Perhitungan Penelitian Pendahuluan .....	74
10. Perhitungan Analisis Kadar Air .....	75
11. Perhitungan Analisis Kadar Abu .....	80
12. Perhitungan Analisis Kadar Pati .....	83
13. Perhitungan Analisis Kadar Protein .....	87
14. Hasil Analisis Amilografi Metode <i>Rapid Visco Analyzer</i> (RVA) .....	91
15. Hasil Perhitungan Uji Hedonic Atribut Warna .....	93
16. Hasil Perhitungan Uji Hedonic Atribut Aroma .....	102
17. Hasil Perhitungan Uji Hedonic Atribut Rasa .....	112
18. Hasil Perhitungan Uji Hedonic Atribut Tekstur .....	122
19. Perhitungan Skoring Pemilihan Sampel Terpilih untuk Uji RVA .....	132
20. Hasil Uji Skoring Keseluruhan Perlakuan Penentuan Sampel Terbaik .....	137
21. Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir .....	138
22. Produk Akhir Mie Basah .....	139

## ABSTRAK

Tepung sorgum masih belum banyak digunakan sebagai bahan pangan di Indonesia, hal ini dikarenakan tepung sorgum memiliki viskositas, *swelling power*, dan suhu gelatinisasi yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu. Untuk mengatasi kelemahan sifat tepung alami dalam memenuhi kebutuhan terhadap pati bagi industri pangan dapat dilakukan dengan cara dimodifikasi salah satunya menggunakan modifikasi fisik metode *Heat Moisture Treatment*. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap karakteristik fisikokimia tepung sorgum dengan cara memodifikasi tepung sorgum dengan metode fisik *Heat Moisture Treatment* (HMT). Manfaat dari penelitian ini adalah adanya alternatif bahan baku pengganti tepung terigu dalam pembuatan mie basah.

Metode penelitian yang digunakan yaitu terdiri dari penelitian pendahuluan yaitu pembuatan tepung sorgum dari biji sorgum dan dianalisis kadar airnya. Penelitian utama menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor yaitu suhu pemanasan (90°C, 100°C, dan 110°C) dan waktu pemanasan (4jam, 6jam, dan 8jam). Respon dalam penelitian ini terdiri dari respon kimia yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar pati, dan kadar protein. Respon fisik meliputi pengujian *Rapid Visco Analyzer* (RVA). Selanjutnya dilakukan penelitian lanjutan dengan mengaplikasikan produk tepung sorgum modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) menjadi mie basah dan dilakukan uji organoleptik meliputi atribut warna, aroma, rasa dan tekstur.

Hasil penelitian tepung sorgum modifikasi *Heat Moisture Treatment* yang didapat dari 200g tepung termodifikasi diperoleh hasil rata-rata pada kadar air sebesar 11,05%, kadar abu 0,97%, kadar protein 11,35%, dan kadar pati 37,05%. Serta pada hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh suhu pemanasan berpengaruh terhadap kadar air, kadar pati, kadar protein tepung sorgum modifikasi serta berpengaruh terhadap aroma mie basah, tekstur mie basah, warna mie basah, rasa mie basah. Pada waktu pemanasan berpengaruh terhadap kadar air tepung sorgum modifikasi serta berpengaruh terhadap aroma mie basah, tekstur mie basah, warna mie basah, rasa mie basah, dan interaksi perlakuan suhu dan waktu pemanasan modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) berpengaruh terhadap kadar air tepung sorgum modifikasi serta berpengaruh terhadap aroma mie basah, tekstur mie basah, warna mie basah, rasa mie basah.

Kata kunci : Tepung sorgum, *Heat Moisture Treatment* (HMT), *Rapid Visco Analyzer* (RVA).

## **ABSTRACT**

*Sorghum flour is still not widely used as a food ingredient in Indonesia, this is because sorghum flour has lower viscosity, expandability, and gelatinization temperature compared to wheat flour. To overcome the weakness of natural flour in meeting the need for starch for the food industry, it can be done by controlling one of them using a modified physical method of Heat Moisture Treatment. This research was conducted to study the effect of temperature and heating time on the physicochemical characteristics of sorghum flour by modifying sorghum flour with the physical method of Heat Moisture Treatment (HMT). The benefit of this research is that there is an alternative raw material to substitute wheat flour in making wet noodles.*

*The research method used consisted of preliminary research, namely the manufacture of sorghum flour from sorghum seeds and analyzed its water content. The main study used a Randomized Block Design (RAK) which consisted of 2 factors, namely heating temperature (90°C, 100°C, dan 110°C) and heating time (4 hours, 6 hours, and 8 hours). Responses in this study consisted of chemical responses which included moisture content, ash content, starch content, and protein content. The physical response includes testing the Rapid Visco Analyzer (RVA). Furthermore, further research was carried out by applying modified sorghum flour products to Heat Moisture Treatment (HMT) into wet noodles and organoleptic tests were carried out including color, aroma, taste and texture attributes.*

*The results of the study of Heat Moisture Treatment modified sorghum flour obtained from 200g of modified flour obtained an average yield of 11.05% water content, 0.97% ash content, 11.35% protein content, and 37.05% starch content. And the results showed that the effect of heating temperature had an effect on water content, starch content, protein content of modified sorghum flour and influenced the aroma of wet noodles, texture of wet noodles, color of wet noodles, and taste of wet noodles. The heating time affects the moisture content of modified sorghum flour and affects the aroma of wet noodles, texture of wet noodles, color of wet noodles, taste of wet noodles, and the interaction of temperature treatment and heating time. Heat Moisture Treatment (HMT) has an effect on the moisture content of modified sorghum flour. and affect the aroma of wet noodles, wet noodle texture, wet noodle color, wet noodle taste.*

*Keywords: Sorghum flour, Heat Moisture Treatment (HMT), Rapid Visco Analyzer (RVA).*

## I PENDAHULUAN

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

### 1.1. Latar Belakang

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L). Moench) merupakan tanaman sereal yang masih sangat terbatas digunakan serta dikembangkan dalam bidang pangan, jenis tanaman sereal ini memiliki potensi yang sangat besar dikembangkan di Indonesia (Alfarid dkk, 2021). Sorgum dinilai sebagai tanaman dengan sumber karbohidrat yang cukup potensial karena memiliki kandungan karbohidrat yang cukup dalam 100 g sorgum mengandung 70,7% karbohidrat dan lebih rendah dibandingkan sereal lain (Lufiria, 2012).

Sorgum dianggap memiliki kekurangan sebab mengandung tanin dan asam fitat. Senyawa tersebut merupakan antinutrisi yang memberikan efek merugikan pada sistem pencernaan manusia (Elefatio et al. 2005 dalam Suarni, 2013). Keberadaan tanin dapat menurunkan daya cerna karbohidrat maupun protein, sehingga tingkat absorpsi kedua komponen gizi tersebut di dalam tubuh menjadi rendah atau tidak sebanding dengan karbohidrat dan protein tersedia dalam biji sorgum. Walaupun demikian, dalam jumlah terbatas, tanin bermanfaat bagi tubuh karena bersifat antioksidan (Suarni, 2013). Kandungan tanin dalam biji sorgum dapat hilang melalui proses penyosohan. Kandungan tannin pada biji sorgum dapat menurun drastis setelah penyosohan, namun protein dapat ikut terbawa akibat



bagian endosperm yang dekat dengan aleurone banyak yang terkikis (Priskila, 2012). Sifat tanin sebagai senyawa polifenol yang larut dalam air memiliki nilai nutrisi rendah, serta mengurangi efisiensi konversi nutrisi yang terserap menjadi subsransi baru bagi tubuh, tanin tepung sorgum putih lebih rendah (0,09 %) daripada tepung sorgum merah (0,27 %).

Tepung sorgum masih belum banyak digunakan sebagai bahan pangan di Indonesia, hal ini dikarenakan tepung sorgum memiliki viskositas, *swelling power*, dan suhu gelatinisasi yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu. Hal ini dapat menjadi kendala selama proses pengolahan dan dapat mempengaruhi karakteristik produk olahan (Riwayati, dkk). Pemanfaatan sorgum dalam bentuk tepung lebih menguntungkan karena lebih praktis. memiliki daya simpan yang lama, serta dapat dibuat berbagai olahan makanan yang bisa ditingkatkan nilai ekonomisnya. Salah satu produk makanan yang dapat dibuat dengan substitusi tepung sorgum yaitu biskuit. Tepung sorgum dapat digunakan sebagai bahan substitusi terigu, dalam pembuatan kue kering dengan taraf 50-80%, kue basah 40-50%, roti 20-25% dan mie 15-20% (Sirappa, 2003). Sorgum memiliki serat pangan yang dibutuhkan oleh tubuh untuk mencegah penyakit jantung, obesitas, hipertensi, dapat menjaga kadar gula darah dan mencegah kanker usus (Paretta, 2003).

Untuk mengatasi kelemahan sifat tepung alami dalam memenuhi kebutuhan terhadap pati bagi industri pangan dapat dilakukan dengan cara dimodifikasi. Tepung dimodifikasi dengan tujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik dari sifat sebelumnya atau untuk menghasilkan beberapa sifat yang diharapkan agar dapat memenuhi kebutuhan tertentu. Selain itu juga untuk mempermudah

penggunaannya dalam industri pangan, lebih stabil dalam proses pemasakan, dan lebih baik teksturnya (Honestin, 2007).

Sorgum mengandung zat anti gizi seperti fitat dan senyawa fenol yang dapat menghambat penyerapan zat besi. Hal ini dapat diatasi dengan penyosohan, proses penyosohan mengurangi zat anti gizi yang banyak terdapat pada kulit dan lapisan aleurone biji sorgum (Lufiria, 2012). Biji sorgum mengandung senyawa fenol seperti flavonoid yang ditemukan dapat menghambat perkembangan tumor. Zat tepung dan gula dalam sorgum dicerna lebih lambat dibandingkan sereal lainnya sehingga menguntungkan bagi penderita diabetes. Dengan berbagai kelebihan dari sorgum dapat menjadi alternative substitusi terigu pada pembuatan kue kering/*cookies* maupun mie basah, tetapi perlu penelitian terhadap kadar protein, dan mutu organoleptik.

Karakteristik sorgum yaitu mempunyai tekstur yang sedikit kasar, bersifat kering berpasir dan *crumb* yang cepat keras (Suarni, 2004). Untuk mendapatkan tekstur yang lebih baik maka perlu dilakukan modifikasi terhadap tepung sorgum. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk memodifikasi tepung sorgum yaitu secara fisik, kimia, dan secara enzimatik. Setiap metode modifikasi tersebut akan menghasilkan pati termodifikasi dengan sifat yang berbeda-beda. Dari ketiga jenis modifikasi tepung yang paling efisien untuk diterapkan yaitu modifikasi secara fisik, dengan menggunakan panas lembab atau *Heat Moisture Treatment* (HMT). Metode ini tergolong murah dan aman sebab tidak menggunakan bahan kimia sehingga tidak meninggalkan residu (Siwi, 2013 dalam riwayat dkk, 2020). *Heat Moisture Treatment* (HMT) adalah metode modifikasi pati yang dilakukan secara



fisik yaitu dengan melibatkan perlakuan panas. Modifikasi tepung sorgum secara kimia dapat dilakukan dengan cara perendaman menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,3% (Riwayati dkk, 2020).

Modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) lebih sering digunakan karena metode ini tergolong murah dan aman sebab tidak menggunakan bahan kimia sehingga tidak meninggalkan residu (Rukmini, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk membuat tepung sorgum termodifikasi secara fisik menggunakan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT). Secara spesifik akan mengetahui pengaruh suhu dan lama waktu perlakuan pada metode ini diharapkan dapat mengubah struktur tepung sorgum sehingga menghasilkan tepung termodifikasi yang memiliki sifat fisikokimia lebih baik. Karakteristik tepung sorgum yang lebih baik akan memberikan peluang sebagai bahan substitusi atau bahan dasar produk makanan (Riwayati dkk, 2020).

Modifikasi tepung secara fisik pada metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) diklasifikasikan sebagai proses hidrotermal dengan proses pemanasan granula pati di atas temperatur glass transisinya ( $T_g$ ) selama rentan waktu tertentu yaitu 1 – 24 jam di bawah kondisi kadar air yang relatif rendah ( $<35\%$ ) dan menggunakan temperatur proses yang tinggi ( $80-140^\circ\text{C}$ ). Perlakuan ini akan mengubah struktur granula pati pada kondisi yang terkontrol dari temperatur dan kadar air sehingga memberikan perubahan pada sifat dan karakteristik fisik dari pati (BeMiller dan Huber, 2015 dalam Riwayati dkk, 2020). Perlakuan HMT didefinisikan sebagai modifikasi pati secara fisika yang dilakukan pada granula pati dengan kadar air kurang dari 35% selama 15 menit sampai dengan 16 jam, dan pada

suhu 84°C sampai dengan 120°C (Sumarlin, 2011). Suhu pemanasan merupakan faktor yang berpengaruh terhadap modifikasi tepung dengan menggunakan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT). Karakteristik pati modifikasi metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) juga dipengaruhi oleh kondisi proses seperti suhu, kadar air, pH dan lama waktu pemanasan (Syamsir, 2012).

Perlakuan suhu dan lama pengeringan pada proses pengolahan tepung sangat mempengaruhi kadar air produk yang dihasilkan (Ambarsari dan Choliq, 2009). Jumlah air dalam bahan pangan akan mempengaruhi daya tahan pangan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh mikroba, termasuk mikroba pembusuk maupun serangga. Pengeringan pada tepung bertujuan untuk mengurangi kadar air sampai batas tertentu sehingga pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim penyebab kerusakan pada tepung dapat dihambat.

Pada perlakuan suhu *Heat Moisture Treatment* (HMT) cenderung mengakibatkan kadar air pati menjadi lebih rendah bila dibandingkan dengan pati alaminya. Hal ini disebabkan karena suhu yang tinggi menyebabkan air yang terikat pada pati menguap, sehingga kadar air akan menjadi rendah. Pada perlakuan waktu pemanasan pada saat proses modifikasi yang semakin lama dapat menyebabkan terjadinya pengembangan granula pati sehingga memiliki rongga yang lebih besar dan pada proses pengeringan air akan lebih mudah untuk menguap. Hal ini didukung oleh Haryadi (1999) dalam Puung (2012) pada saat modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) granula pati yang telah membengkak cenderung memiliki rongga yang lebih besar sehingga akan mengakibatkan air menjadi lebih mudah menguap pada saat pengeringan.

Aplikasi pati dalam suatu produk dipengaruhi oleh kemampuannya untuk membentuk karakteristik produk akhir yang diinginkan. Perbedaan karakteristik kimia seperti granula, rasio amilosa/amilopektin, molekuler pati dan keberadaan komponen lain merupakan penyebab perbedaan sifat fungsionalitas (Copelan *et al.*, 2009). Suhu dan waktu gelatinisasi dipengaruhi oleh struktur amilopektin, komposisi pati dan arsitektur granula. Suhu gelatinisasi disamping tergantung ukuran granula juga berkaitan erat dengan kandungan pada amilosa (Murtiningrum *et al.*, 2012 dalam Kartikasari, 2016). Komponen amilosa dan amilopektin berpengaruh pada viskositas puncak dan suhu gelatinisasi pada pati tersebut sehingga kandungan amilosa yang tinggi menyebabkan viskositas puncak yang rendah dan kandungan amilopektin tinggi menghasilkan viskositas puncak yang tinggi (Murtiningrum *et al.*, 2012 dalam Wulandari, 2019).

RVA mengukur apparent viscosity berdasarkan rasio antara *shear stress* dan *shear rate* ( $\tau/\dot{\gamma}$ ). Apparent viscosity berubah seiring dengan fungsi temperatur, gesekan, waktu dan jenis sampel. Data apparent viscosity diperoleh pada tingkat gesekan yang berbeda, berupa jumlah putaran per menit (rpm). Data ini dapat digunakan untuk mengkarakterisasi sifat dari larutan pati (Immaningsih, 2012). Ada fase fase dalam pengukuran menggunakan RVA. Pada fase pertama kurva suhu masih berada di bawah suhu gelatinisasi pati, sehingga viskositas yang terukur rendah. Pada fase kedua, suhu ditingkatkan secara perlahan sampai mencapai suhu gelatinisasi pati, yaitu suhu di mana granula pati mulai membengkak dan viskositas meningkat, peningkatan suhu dan viskositas ini dikenal dengan istilah suhu puncak dan viskositas puncak (*peak viscosity* (PV)). Ketika sebagian besar granula pati

membengkak, terjadi peningkatan yang cepat pada viskositas. *Peak Viscosity (PV)* menggambarkan fragilitas dari granula pati yang mengembang, yaitu pada saat pertama kali mengembang sampai pecah karena adanya proses pengadukan *peak viscosity (PV)* yang dipengaruhi oleh berbagai factor antara lain kadar amilosa, protein lemak, dan ukuran granula (Deetae *et al.*, 2008). Fase ketiga, saat temperatur-tetap meningkat dan pengadukan terus dilakukan (holding), granula pati akan pecah dan amilosa keluar dari granula ke cairan, yang menyebabkan viskositas menurun. Pada fase keempat, campuran kemudian didinginkan, yang menyebabkan asosiasi kembali antara molekul-molekul pati (*setback*), sehingga terbentuklah gel dan viskositas kembali meningkat hingga mencapai viskositas akhir (Imanningsih, 2012). Tingginya nilai *setback* menandakan tingginya kecenderungan untuk terjadinya retrogradasi. Penurunan nilai *setback* merupakan karakteristik yang diinginkan pada tepung jagung sebagai ahan baku mie, untuk memperbaiki karakteristik mie yaitu menurunkan tingkat kekerasan mie setelah dimasak (Lestari dkk, 2015).

Viskositas puncak menunjukkan kondisi awal granula pati tergelatinisasi atau mencapai pengembangan maksimum hingga selanjutnya akan pecah. Viskositas puncak mengindikasikan kapasitas pengikatan air dan memiliki korelasi positif dengan kualitas produk akhir yaitu pengembangan dan jumlah polimer yang lepas (Newport Scientific, 1998 dalam Lestari dkk, 2015).

## 1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diketahui identifikasi masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh suhu modifikasi tepung sorgum terhadap karakteristik fisikokimia tepung sorgum?
2. Bagaimana pengaruh waktu modifikasi tepung sorgum terhadap karakteristik fisikokimia tepung sorgum?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara suhu dan waktu modifikasi tepung sorgum metode *Heat Moisture Treatment* (HMT)?

## 1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu pada modifikasi tepung sorgum menggunakan *Heat Moisture Treatment* (HMT).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil tepung termodifikasi dari pengaruh suhu dan waktu pada modifikasi tepung sorgum menggunakan *Heat Moisture Treatment* (HMT).

## 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan ini adalah:

1. Diversifikasi produk olahan pangan yang berasal dari sorgum.
2. Meningkatkan nilai jual bahan.
3. Membuat tepung sorgum yang memiliki kualitas yang lebih baik.



### 1.5. Kerangka Pemikiran

Modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) dapat menurunkan nilai viskositas maksimum, serta memiliki viskositas akhir yang tinggi dan dapat menghasilkan pati dengan nilai *swelling power* dan *solubility* yang rendah (Collado, dkk, 2001).

Sorghum mempunyai kandungan pati sekitar 80,42%, lemak 3,65%, protein 10,11%, abu 2,24%, serat kasar 2,74% (Suarni, 2004).

Pada kue kering berbahan dasar tepung beras kadar protein cenderung meningkat seiring dengan banyaknya kadar tepung sorgum yang ditambahkan karena kandungan protein dalam sorgum lebih tinggi daripada tepung beras. Kandungan protein tepung sorgum 8%, protein tepung beras 7%, protein tepung terigu 10% (Priskila, 2012).

Penurunan kelarutan pada tepung modifikasi HMT terjadi karena ikatan hidrogen pada pati HMT terputus atau hilang pada saat pemanasan HMT berlangsung dalam waktu yang relatif lama. Hilangnya gugus hidroksil bebas menyebabkan kecilnya kelarutan pati HMT, sehingga pati juga akan sulit menyerap air dan tidak terjadi pengembangan (*swelling*) yang terlalu besar (Sumarlin, 2012).

Pada saat modifikasi HMT suhu yang digunakan 80°C – 110°C karena suhu yang digunakan diatas suhu mulai terjadinya reaksi maillard (37°C) maka dapat terlihat bahwa semakin tinggi suhu HMT, maka warna tepung modifikasi yang dihasilkan semakin coklat (Pangesti, dkk, 2004).

Nilai derajat putih, kadar air, kelarutan, *swelling power* dan daya serap air kan terjadi penurunan ketika suhu *Heat Moisture Treatment* (HMT) semakin tinggi.



Optimum pada analisa *swelling solubility* dengan waktu pemanasan 10 jam, kadar air 21% dan suhu pemanasan 110°C (Rukmana, 2014).

Modifikasi tepung menggunakan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) kondisi terbaik didapatkan pada waktu 4 jam dan suhu 90°C dengan hasil mendekati dengan *swelling power* dan *solubility* tepung terigu. Setelah dilakukan modifikasi didapatkan hasil analisa proksimat yang cukup baik, sehingga tepung kulit singkong ini dapat dikembangkan sebagai bahan produk olahan pangan (Riwayati, dkk, 2020).

Perlakuan *Heat Moisture Treatment* (HMT) didefinisikan sebagai modifikasi pati secara fisika yang dilakukan pada granula pati dengan kadar air kurang dari 35% selama 15 menit sampai dengan 16 jam, dan pada suhu 84°C sampai dengan 120°C (Sumarlin, 2011).

Hasil analisis menunjukan modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) memberikan pengaruh sangat nyata terhadap uji organoleptik warna, aroma, tekstur, rasa, dan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air dan kadar abu (Fajri, dkk, 2016).

Tepung dengan amilosa tinggi akan menghalangi *swelling*, sehingga semakin tinggi amilosa maka *swelling power*nya juga semakin rendah (Fatchuri, dkk, 2009).

Perubahan karakteristik pati termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) dipengaruhi oleh faktor internal (karakteristik awal pati) dan faktor eksternal (kondisi modifikasi HMT seperti suhu, kadar air, dan waktu pemanasan. Kombinasi

antar faktor tersebut menghasilkan pati dengan karakteristik fisik maupun kimia yang berbeda-beda (Andriansyah, 2014).

Variasi suhu modifikasi metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) yaitu 80°C, 90°C, 100°C, 110°C berpengaruh dalam menurunkan derajat putih tepung bengkang, kadar air, swelling power, dan kelarutan tepung bengkang. Selain itu modifikasi dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) dapat meningkatkan suhu gelatinisasi namun juga menurunkan viskositas balik (Pangesti, dkk, 2014).

*Swelling power* berkaitan dengan banyaknya air yang terserap ke dalam pati selama pemasakan. Semakin besar *swelling power* akan semakin banyak air yang diserap selama pemasakan, hal ini berkaitan pula dengan kandungan amilosa-amilopektin yang terdapat pada pati. Kadar amilosa yang tinggi pada pati dapat mengakibatkan pati dapat menyerap air lebih banyak sehingga pengembangan volume juga semakin besar (Murillo, 2008).

Kenaikan nilai *swelling power* dan kelarutan terjadi karena lama waktu dan suhu pemanasan menyebabkan degradasi pati, sehingga pati tereduksi dan cenderung lebih pendek dan mudah menyerap air. Air yang terserap pada setiap granula pati akan menjadi granula-granula pati mengembang dan saling berhimpitan sehingga meningkatkan nilai *swelling power* dan kelarutan.

Pemanasan yang berlebihan melebihi titik optimumnya menyebabkan rusaknya granula sehingga *swelling power* dan kelarutan menurun (Sistihapsari, dkk, 2015).

Penurunan nilai *setback* dapat memperbaiki karakteristik mie yang berbahan baku tepung jagung yaitu dapat menurunkan tingkat kekerasan (Lestari dkk, 2015). Berdasarkan Beta dan Corke (2001) diperoleh korelasi positif antara

nilai *setback* dengan tingkat kekerasan mie pati sorgum. Penyebab penurunan sifat *setback* ini diduga karena pembentukan kompleks antara amilosa, amilosa dengan amilopktin, serta amilosa dengan lemak yang terjadi selama proses *Heat Moisture Treatment* (HMT) mengurangi kemampuan pati terutama amilosa untuk saling berikatan kembali (Lestari dkk, 2015).

Nilai viskositas puncak dapat digunakan untuk memperkirakan penggunaan tepung dalam jumlah kecil saat mencapai viskositas tertentu sehingga biaya produksi suatu produk pangan dapat ditekan (Wulandari, 2019). Bahan baku dengan viskositas puncak <500 BU cocok untuk produk basah, bahan baku dengan viskositas puncak 500-1000 BU cocok untuk produk semi basah, dan bahan baku dengan viskositas puncak >1000 BU cocok untuk produk ekstrusi seperti kerupuk (Karmakar 2014).

## 1.6. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang diuraikan di atas, diduga bahwa :

1. Suhu pemanasan berpengaruh terhadap karakteristik tepung sorgum termodifikasi.
2. Waktu pemanasan berpengaruh terhadap karakteristik tepung sorgum termodifikasi.
3. Adanya interaksi antara perbedaan suhu dan waktu berpengaruh terhadap karakteristik tepung sorgum termodifikasi metode *Heat Moisture Treatment* (HMT).

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

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Penelitian Teknologi Pangan Universitas Pasundan Jl. Dr. Setiabudi No. 193 Bandung. Adapun waktu penelitian dilakukan dari bulan Maret 2022 sampai dengan bulan April 2022.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, L. (2009). **Modifikasi Fisik Pati Jagung Dan Aplikasinya Untuk Perbaikan Kualitas Mi Jagung**. Dissertations and Theses Institut Pertanian Bogor.
- Alsuhendra, R. (2010). **Pengaruh modifikasi secara pregelatinisasi, asam, dan enzimatis terhadap sifat fungsional tepung umbi gembili (*Dioscorea esculenta*)**. FMIPA-UT, 1-19.
- Ariyantoro, A. R., Amanto, B. S., & Kiswuri. (2019). *Effect of Heat Moisture Treatment (HMT) on Physicochemical Characteristics of Sorghum Flour (*Sorghum Bicolor L. moench*)*. IOP Publishing.
- Beti, Y. (1990). **Sorgum**. Malang: Balai Penelitian Tanaman Pangan.
- Budiarti, dkk. (2020). **Pemanfaatan Tepung Labu Kuning Modifikasi Hydrogen Rich Water Kepada Masyarakat**. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (SPEKTA), Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Budijanto, S, & Yuliyanti. (2012). **Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L. Moench*) dan Aplikasinya Pada Pembuatan Beras Analog**. Jurnal Teknologi Pertanian, 13(3): 177-186.
- Budjianto, S. (2009). **Dukungan Iptek Bahan Pangan pada Pengembangan Tepung Lokal**. Jurnal Pangan, 55-67.
- Collado LS, Mabesa LB, Oates CG, & Corke H. (2001). *Bihon-Type Of Noodles From HeatMoisture Treated Sweetpotato Starch*. Journal Food Science, 66(4): 604-609.
- Fachturi, A., & Wijayatiningrum, F. (2009). **Modifikasi Cassava Starch dengan Proses Oksidasi Sodium Hypoclorite Untuk Industri Kertas**. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Fajri, F., & Asyik, N. (2016). **Pengaruh Modifikasi HMT (*Heat Moisture Treatment*) terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Tepung Sagu (*Metroxylon sp*)**. Jurnal Sains dan Teknologi Pangan, 1: 37-44.
- Fetriyuna, Marsetio, & Pratiwi, R. L. (2016). **Pengaruh Lama Modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) Terhadap Sifat Fungsional dan Sifat Amilografi Pati Talas Banten (*Xanthosoma undipes K. Koch*)**. Jurnal Penelitian Pangan, 1: 45-49.
- Fitriani, S. (2008). **Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Beberapa Mutu Manisan Belimbing Wuluh (*Avverhoabellimbi L.*)**. Jurnal SAGU, 7(1): 32-37.



- Garnida, Y., Hervelly, & Rahma, R. N. (2019). **Modifikasi Tepung Ganyong (*canna edulis kerr.*) Metode Heat Moisture Treatment Pada Suhu Dan Waktu Pemanasan Berbeda Dan Aplikasi Tepung Pada Pembuatan Cookies** . Pasundan Food Technology Journal, 6(1): 65-72.
- Gunaratne A and Hoover R. (2002). *Effect of Moisture Treatment on The Structure and Physical Properties of Tuber and Root Starches*. Carbohydrat Polymers, 49: 425-437.
- Hakiim, A., & Sistihapsari, F. (2011). **Modifikasi Fisik-kimia Tepung Sorgum Berdasarkan Karakteristik Sifat Fisikokimia Sebagai Substituen Tepung Gandum**. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hariadi, H., Effendi, S., & Achyadi, N. S. (2017). **Perbandingan Tepung Sorgum (*Sorgum bicolor L. Moench*) dengan Tepung Umbi Gayong (*Canna edulis*) dan Kosentrasi Gliserol Monostearat terhadap Mutu Cookies Non Gluten Fortifikasi**. Jurnal Ilmiah Rekayasa, 5(1): 375-384.
- Haryani, dkk. (2015). **Modifikasi Pati Sorgum (*Sorgum Bicolor L. Moench*) Dengan Metode Heat – Moisture Treatment Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bihun**. Prosiding Sentrinov, 278-288.
- Haryani, K., Hadiyanto, Hargono, & Handayani, N. A. (2015). **Sifat Fisikokimia Pati Sorghum Varietas Merah dan Putih Termodifikasi Heat Moisture Treatment (HMT) Untuk Produk Bihun Berkualitas**. Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hubbard, J., Hall, H. H., & Earle, F. R. (1950). *Composition of The Componen Part of The Sorgum Kernel Cereal Chem*. Cereal Chemistry, 415-420.
- Imanningsih, N. (2012). **Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-Tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan**. Penel Gizi Makan, 35(1): 13-22.
- Ivana, N. S. (2010). **Mempelajari Stabilitas Kandungan Pati Resistan Bihun Sagu Termodifikasi Heat-Moisture Treatment Dan Aspek TeknoEkonomi Dari Usaha Kecil Bihun Sagu**. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Karmakar R, Ban DK, & Ghosh U. (2014). *Comporative study of natve and modified straches isolated from conventional and nonconventional*. Int Food Res, 21: 597-602.
- Kartika, dkk. (1988). **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan**. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Kartikasari, S. N., Sari, P., & Subagio, A. (2016). **Karakterisasi Sifat Kimia, Profil Amilografi (RVA) dan Morfologi Granula (SEM) Pati Singkong Termodifikasi Secara Biologi**. Jurnal Agroteknologi, 10(1).

- Koswara, S. (2006). **Teknologi Modifikasi Pati**. Ebook Pangan.
- Kurniadi, M., Andriani, M., Fatur Rahman, F., & Damayanti, E. (2013). **Karakteristik Fisikokimia Tepung Biji Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Terfermentasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus acidophilus***. Jurnal Agritech, 33(3): 288-295.
- Kurniawan, F., Hartini, S., & Dewi K.A.K.Hastuti. (2015). **Pengaruh Pemanasan Terhadap Kadar Pati dan Gula Reduksi Pada Tepung Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus lamk*)**. Program Studi Kimia, Fakultas Sains, Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga, Jawa Tengah.
- Lestari, dkk. (2015). **Pengaruh Heat Moisture Treated (Hmt) Terhadap Profil Gelatinisasi Tepung Jagung**. Jurnal Teknologi Pertanian, 16(1): 75-80.
- Lorenz, & Kulp. (1981). **Heat-moisture Treatment of Starches: I. Physicochemical Properties**. Cereal Chemistry 58(1): 46-48.
- Lufiria, P. Y. (2012). **Kadar Protein, Zat Besi dan Mutu Organoleptik Kue Kering Berbahan Dasar Tepung Terigu dan Tepung Beras Dengan Substitusi Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench)**. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Marta, H., Marsetio, Cahyana, Y., & Pertiwi, A. G. (2016). **Sifat Fungsional dan Amilografi Pati Millet Putih (*Pennisetum glaucum*) Termodifikasi secara Heat Moisture Treatment dan Annealing**. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 5(3): 76-84.
- Muchtadi, T. d. (1992). **Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan**. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.
- Mudjisihono, R., & Suprpto. (1987). **Budidaya dan Pengolahan Sorgum**. Penebar Swadaya.
- Narsih, Y., & Harijono. (2008). **Studi Lama Perendaman dan Lama Perkecambahan Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) untuk Menghasilkan Tepung Rendah Tanin dan Fitat**. Jurnal Teknologi Pertanian, 9(3): 173-180.
- Pangesti, d. (2014). **Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Bengkuang (*Pachyrhizus Erosus*) Dimodifikasi Secara Heat Moisture Treatment (HMT) Dengan Variasi Suhu**. Jurnal Teknosains Pangan, 72-77.
- Pangesti, Y. D., Parnanto, N. H., & A, A. R. (2014). **Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Bengkuang (*Pachyrhizus Erosus*) Dimodifikasi Secara Heat Moisture Treatment (HMT) Dengan Variasi Suhu**. Jurnal Teknosains Pangan, 3(3): 72-77.
- Poedjiadi, A., & Supriyanti, T. (2005). **Dasar-Dasar Biokimia**. UI-Press.
- Purwani, E., & Tharir, R. (2006). **Effect of Heat Moisture Treatment of Sago Strach on Its Noodle Quality**. Indonesian Journal of Agric Sci, 7(1): 8-14.

- Riwayati, dkk. (2020). **Modifikasi Tepung Sukun (*Artocarpus Altilis*) Menggunakan Metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) Dengan Variabel Suhu Dan Lama Waktu Perlakuan** . *Inovasi Teknik Kimia*, 5(2): 105-109.
- Riwayati, dkk. (2020). **Pengaruh Suhu Dan Waktu Proses Modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) Pada Tepung Kulit Singkong Terhadap Sifat Kelarutan Dan *Swelling Power***. *Inovasi Teknik Kimia*, 50-55.
- Rosniar, dkk. (2016). **Perbedaan Tingkat Kekerasan dan Daya Terima Biskuit dari Tepung Sorgum Yang Disosoh dan Tidak Disosoh**. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rukmana, R., & Oesman, Y. Y. (2005). **Usaha Tani Sorgum**. Kanisius.
- Santosa, dkk. (2015). **Modifikasi Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L. Poir*) Dengan Metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Mi Instan** . *Metana*, 11(1): 37-46.
- Sarifah, dkk. (2021). **Modifikasi Tepung Labu Kuning (*Cucurbita Moschata*) Menggunakan Metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) Dengan Variasi Suhu Dan Lama Pengeringan**. *Inovasi Teknik Kimia*, 6(1): 42-45.
- Setiyoko, A., & Hartutik, S. (2018). **Karakteristik Mie Basah dengan Substitusi Tepung Bengkuang Termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT)**. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22:109.
- Setiyoko, A., Nugraeni, & Hartutik, S. (2018). **Karakteristik Mie Basah Dengan Substitusi Tepung Bengkuang Termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT)** . *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(2): 103-110.
- Setiyoko, A., Nugraeni, & Hartutik, S. (2018). **Optimasi Suhu Pemanasan dan Kadar Air Pada Proses Produksi Tepung Bengkuang Termodifikasi Dengan Teknik *Heat Moisture Treatment* (HMT) Sebagai Bahan Baku Mie Basah**. *Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Mercu Buana Yogyakarta*.
- Sirappa, M. (2003). **Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan, dan industri**. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22 (4): 19-25.
- Soekarto, S. T. (1985). **Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian**. Bhatara Karya Aksara.
- Suarni. (2001). **Tepung Komposit Sorgum, Jagung, dan Beras untuk Pembuatan Kues Basah (*Cake*)**. *Risalah Penelitian Jagung Dan Serealia Lain*. Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia, 55-60.
- Suarni. (2004). **Pemanfaatan Tepung Sorgum Untuk Produk Olahan**. *Jurnal Litbang Pertanian*, 23(4): 145-151.



- Suarni, & Patong, R. (2002). **Tepung Sorgum sebagai Bahan Substitusi Terigu**. *Jurnal Penelitian Pertanian*, 21(1): 43-47.
- Sumarlin. (2011). **Karakterisasi Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr.*) Dengan *Heat Moisture Treatment* (HMT)**. Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- Sumarno, & Karsono, S. (1996). **Perkembangan Produksi Sorgum di Dunia dan Penggunaannya**. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, 13-14.
- Syamsir, E. d. (2012). **Pengaruh Proses *Heat Moisture Treatment* (HMT) Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati**. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 28(1): 100-106.
- USDA. (2008). . *Classification for Kingdom Plantae Down to Spesies Sorghum (*Sorghum bicolor* (L))*. [internet] tersedia di : <http://plants.usda.gov>. Diakses pada September 2021.
- Vavarinit S, & Shobsngob. (2003). *Effect of Amylase Contact on Gelatinisation, Retrogradasi and Pating Properties of Flour From Different Cultivars of Thai Rice*. *Strach-Strake*, 55(9): 410-415.
- Waqiah, A. N., Damat, & Desiana. (2019). **Karakteristik Sifat Fisiko-Kimia Mi Basah Substitusi Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Diperkaya Serat Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)**. Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Winarno, F. G. (2004). **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G. (2008). **Kimia Pangan dan Gizi**. M-Brio Press.
- Wulandari, D. (2010). **Karakteristik Fisik Pati Sagu (*Metroxylon* sp) yang Dimodifikasi Dengan Teknik *Heat Moisture Treatment* (HMT)**. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wulandari, dkk. (2019). **Profil Gelatinisasi Tepung Sorgum Putih Termodifikasi Amilase**. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 30(2): 173-179.
- Zubair, A. (2016). **Sorgum Tanaman Multi Manfaat**. Bandung: Unpad Press.

