

**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA TEPUNG SORGUM  
(*Sorghum bicolor* (.L) Moench) ALAMI DAN TEPUNG SORGUM  
TERMODIFIKASI *HEAT MOISTURE TREATMENT* DENGAN  
PENAMBAHAN CMC DAN KARAGENAN**

**(SKRIPSI)**

**Oleh**

**Ghea Dhinda Mutiara**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRACT**

### **PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF NATURAL SORGHUM FLOUR (*Sorghum bicolor* (L) Moench) AND MODIFIED SORGHUM FLOUR HEAT MOISTURE TREATMENT WITH THE ADDITION OF CMC AND CARRAGEENAN**

**BY**

**GHEA DHINDA MUTIARA**

Sorghum flour has a slightly rough texture, is dry, crumbly and hardens quickly. To get the desired texture, sorghum flour needs to be modified by Heat Moisture Treatment. Heating for too long in the HMT modification process can reduce the water absorption capacity of the flour, so it is necessary to add CMC hydrocolloids and carrageenan. This research aims to determine 1) the differences in physicochemical characteristics and the effect of hydrocolloid addition between natural sorghum flour and Heat Moisture Treatment (HMT) modified sorghum flour, 2) whether there is an interaction between natural sorghum flour and Heat Moisture Treatment (HMT) modified sorghum flour and the addition of hydrocolloids. in the form of CMC and Carrageenan. This research was structured factorial in a Complete Randomized Block Design (RAKL) with 2 factors and 4 replications. The first factor is the type of natural sorghum flour and modified HMT sorghum flour. The second factor is the type of CMC hydrocolloid and carrageenan. The parameters observed include physical and chemical properties, namely water absorption capacity, swelling power, solubility and water content. The treatment levels in this study were T1H1 (Sorghum flour without the addition of hydrocolloids), T1H2 (Sorghum flour with the addition of 1% CMC), T1H3 (Sorghum flour with the addition of 1% carrageenan), T2H1 (HMT modified sorghum flour without the addition of hydrocolloids), T2H2 ( HMT modified sorghum flour with the addition of 1% CMC), T2H3 (HMT modified sorghum flour with the addition of 1% carrageenan). HMT modified sorghum flour has a higher absorption capacity than natural flour and produces lower swelling power, solubility and water content than natural flour. The addition of hydrocolloids affects the physical characteristics of natural sorghum flour and HMT sorghum flour. There is an interaction in the water absorption capacity of natural sorghum flour and HMT sorghum flour.

**Keywords:** Carboxy Methylcellulose, carrageenan, flour, sorghum

## ABSTRAK

### KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA TEPUNG SORGUM (*Sorghum bicolor* (.L) Moench) ALAMI DAN TEPUNG SORGUM TERMODIFIKASI *HEAT MOISTURE TREATMENT* DENGAN PENAMBAHAN CMC DAN KARAGENAN

OLEH

GHEA DHINDA MUTIARA

Tepung sorgum memiliki ciri tekstur agak kasar, kering, berpasir dan cepat mengeras. Untuk mendapatkan tekstur yang diinginkan seperti terigu, tepung sorgum perlu dilakukan modifikasi *Heat Moisture Treatment*. Pemanasan yang terlalu lama pada proses modifikasi HMT dapat menurunkan daya serap air pada tepung, maka perlu dilakukan penambahan hidrokoloid CMC dan karagenan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui 1) perbedaan karakteristik fisikokimia dan pengaruh penambahan hidrokoloid antara tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT), 2) ada tidaknya interaksi antara perlakuan jenis tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* dan penambahan hidrokoloid berupa CMC dan Karagenan. Penelitian ini disusun faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 2 faktor dan 4 kali ulangan. Faktor pertama adalah jenis tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi HMT. Faktor kedua adalah jenis hidrokoloid CMC dan karagenan. Parameter yang diamati meliputi sifat fisik dan kimia yaitu daya serap air, *swelling power*, kelarutan, dan kadar air. Taraf perlakuan pada penelitian ini adalah T1H1 (Tepung sorgum tanpa penambahan hidrokoloid), T1H2 (Tepung sorgum dengan penambahan CMC 1%), T1H3 (Tepung sorgum dengan penambahan karagenan 1%), T2H1 (Tepung sorgum termodifikasi HMT tanpa penambahan hidrokoloid), T2H2 (Tepung sorgum termodifikasi HMT dengan penambahan CMC 1%), T2H3 (Tepung sorgum termodifikasi HMT dengan penambahan karagenan 1%). Tepung sorgum modifikasi HMT memiliki daya serap lebih tinggi dibandingkan tepung alami dan menghasilkan *swelling power*, kelarutan, serta kadar air yang rendah dari tepung alami. Penambahan hidrokoloid berpengaruh terhadap karakteristik fisik dari tepung sorgum alami dan tepung sorgum HMT. Terdapat interaksi pada daya serap air tepung sorgum alami dan tepung sorgum HMT.

**Kata kunci** : *Carboxy Methylcellulose*, karagenan, sorgum, tepung

**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA TEPUNG SORGUM  
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ALAMI DAN TEPUNG SORGUM  
TERMODIFIKASI *HEAT MOISTURE TREATMENT* DENGAN PENAMBAHAN  
CMC DAN KARAGENAN**

**Oleh**

**Ghea Dhinda Mutiara**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

**pada**

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul : **KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA TEPUNG SORGUM (*SORGHUM BICOLOR* (.L) MOENCH) ALAMI DAN TEPUNG SORGUM TERMODIFIKASI *HEAT MOISTURE TREATMENT* DENGAN PENAMBAHAN CMC DAN KARAGENAN**

Nama Mahasiswa : **Ghea Dhinda Mutiara**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1914051059

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing



**Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.**  
NIP. 196207201986032001



**Diki Dinar Tri Winanti, S.T.P., M.Si.**  
NIP. 198811042019032014

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian



**Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.**  
NIP. 197210061998031005

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.

Sejarah

Sekretaris

: Diki Danar Tri Winanti, S.T.P., M.Si.

[Signature]

Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.

[Signature]

2. Dekan Fakultas Pertanian



**Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**  
NIP. 19641118 198902 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 8 Maret 2024

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ghea Dhinda Mutiara

NPM : 1914051059

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 22 Maret 2024  
Yang membuat pernyataan,



METERAI  
STEMPEL  
043ALX096252390

Ghea Dhinda Mutiara  
NPM. 1914051059

## RIWAYAT HIDUP

Ghea Dhinda Mutiara lahir di Gunung Sugih, Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada tanggal 18 Desember 2000. Lahir sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Saripudin Toni dan Ibu Nurminah. Penulis menyelesaikan pendidikan pada tahun 2006 di TK Abadi Perkasa, dan melanjutkan Sekolah Dasar (SD) di SD Abadi Perkasa pada tahun 2007-2013. Selanjutnya Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Abadi Perkasa pada tahun 2013-2016, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 1 Tumijajar pada tahun 2016-2019. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Januari - Februari 2022, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bujung Tenuk, Kecamatan Menggala, Kabupaten Tulang Bawang. Pada bulan Juli - Agustus 2022, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Indomina Langgeng Sejahtera, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung dan menyelesaikan Laporan PU berjudul “Mempelajari Proses Perendaman (*Soaking*) Menggunakan Sodium Tripolipospat (STPP) Pada Udang Vaname (*Litopenaus vannamei*) Beku Di PT. Indomina Langgeng Sejahtera”. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi yaitu Koperasi Mahasiswa Universitas Lampung periode 2020/2021 dan bergabung dalam beberapa tim seperti tim usaha dan marketing.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan baik itu langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., selaku dosen pembimbing pertama sekaligus pembimbing akademik yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahan, bimbingan, kritik, saran, nasihat, dan motivasi selama pelaksanaan perkuliahan dan penyusunan skripsi.
4. Ibu Diki Danar Tri Winanti, S.T.P., M.Si., selaku pembimbing kedua yang telah banyak memberikan saran, bimbingan, motivasi, pengarahan, nasihat dan kritikan selama penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si., selaku pembahas yang telah memberikan saran, kritik, dan evaluasinya terhadap skripsi ini.
6. Segenap Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan banyak ilmu, pengetahuan, dan wawasan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
7. Staf Administrasi dan Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang bersedia meluangkan waktunya untuk menyediakan kebutuhan terkait administrasi dan laboratorium bagi penulis.

8. Keluarga penulis tersayang yaitu Ayah Sarifudin Toni, Mamah Nurminah, adik-adik penulis Muhammad Gheo Abdhillah, Muhammad Ghian Faqri serta keluarga besar yang selalu mendo'akan dan telah banyak memberikan dukungan mental, spiritual, material, dan motivasi untuk penulis.
9. Sahabat – sahabat penulis Hilma, Rahma, Elin, Angel, Fairuz, Mona, Dita, Hulai, Dila, Elfana, Faras, Melisa, Erika, seluruh teman-teman kosan Asrama Sultan yang senantiasa memberikan semangat, masukan, motivasi, bantuan, dan menemani penulis selama di perkuliahan.
10. Sahabat- sahabat penulis di kampung halaman Dania, Lili, Bela, Dian, Aurel, Debora, Qorina, Adistya, Elan yang senantiasa memberikan doa, semangat, masukan, motivasi, bantuan, dan menemani penulis.
11. Keluarga besar THP angkatan 2019 serta teman-teman seperjuangan saat penelitian, terima kasih atas segala bantuan, semangat, dan kebersamaannya selama ini.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan bagi pihak-pihak tersebut dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan bagi pembaca. Aamiin.

Bandar Lampung, 8 Maret 2024  
Penulis,

**Ghea Dhinda Mutiara**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Kerangka Pemikiran .....	3
1.4. Hipotesis .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1. Sorgum.....	7
2.2. Tepung Sorgum .....	9
2.3. Pati Termodifikasi .....	11
2.4. Metode <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT).....	12
2.5. Hidrokoloid.....	13
2.6. <i>Carboxy Methylcellulose</i> (CMC).....	14
2.7. Karagenan .....	16
2.8. Kadar Air .....	17
2.9. Daya Serap Air .....	18
2.10. <i>Swelling Power</i> dan Kelarutan.....	18
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	19
3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	19
3.2. Bahan dan Alat .....	19
3.3. Metode Penelitian .....	20
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.4.1. Pembuatan tepung sorgum .....	20
3.4.2. Proses pembuatan tepung sorgum termodifikasi HMT .....	22
3.4.3. Proses penambahan hidrokoloid pada tepung sorgum .....	23
3.5. Pengamatan.....	25
3.5.1. Kadar air .....	25
3.5.2. Daya serap air.....	25
3.5.3. <i>Swelling power</i> dan kelarutan .....	26

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	27
4.1. Kadar Air .....	27
4.2. Daya Serap Air .....	28
4.3. <i>Swelling Power</i> .....	33
4.4. Kelarutan.....	35
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	39
5.1. Kesimpulan .....	39
5.2. Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	41
<b>LAMPIRAN</b> .....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi gizi sorgum per 100 g .....	9
2. Syarat mutu tepung sorgum .....	10
3. Hasil uji lanjut nilai kadar air akibat perlakuan perbedaan jenis tepung sorgum .....	27
4. Hasil uji lanjut nilai daya serap air akibat perlakuan perbedaan jenis tepung sorgum.....	29
5. Hasil uji lanjut nilai daya serap air tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi HMT akibat perlakuan penambahan hidrokoloid.....	30
6. Hasil uji lanjut interaksi antara kedua perlakuan terhadap daya serap air.....	32
7. Hasil uji lanjut nilai <i>swelling power</i> akibat perlakuan perbedaan jenis tepung sorgum.....	33
8. Hasil uji lanjut nilai <i>swelling power</i> tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi HMT akibat perlakuan penambahan hidrokoloid.....	35
9. Hasil uji lanjut nilai kelarutan akibat perlakuan perbedaan jenis tepung sorgum .....	36
10. Hasil uji lanjut nilai kelarutan tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi HMT akibat perlakuan penambahan hidrokoloid.....	37
11. Kadar air perlakuan <i>Heat Moisture Treatment</i> .....	50
12. Hasil pengujian kadar air tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	55
13. Uji Barlett kadar air tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	55
14. Analisis ragam kadar air tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	56
15. Uji BNT 5% kadar air perbedaan jenis tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi .....	56

16.	Hasil pengujian daya serap air tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	56
17.	Uji Barlett daya serap air tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	57
18.	Analisis ragam daya serap air tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	57
19.	Uji BNT 5% daya serap air perbedaan jenis tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi.....	58
20.	Uji BNT 5% daya serap air penambahan hidrokoloid CMC dan karagenan .....	58
21.	Uji BNT 5% daya serap air interaksi antara perbedaan tepung sorgum dan penambahan hidrokoloid.....	58
22.	Hasil pengujian <i>swelling power</i> tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	58
23.	Uji Barlett <i>swelling power</i> tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	59
24.	Analisis ragam <i>swelling power</i> tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	59
25.	Uji BNT 5% <i>swelling power</i> perbedaan jenis tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi.....	60
26.	Uji BNT 5% <i>swelling power</i> penambahan hidrokoloid .....	60
27.	Hasil pengujian kelarutan tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	60
28.	Uji Barlett kelarutan tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	60
29.	Analisis ragam kelarutan tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi dengan penambahan hidrokoloid.....	61
30.	Uji BNT 5% kelarutan perbedaan jenis tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi.....	61
31.	Uji BNT 5% kelarutan penambahan hidrokoloid.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sorgum ( <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) .....	8
2. Struktur <i>Carboxymethyl Cellulose</i> (CMC).....	16
3. Struktur karagenan .....	17
4. Diagram alir pembuatan tepung sorgum. ....	21
5. Diagram alir pembuatan tepung sorgum modifikasi dengan metode <i>Heat Moisture Treatment</i> (HMT) .....	23
6. Diagram alir penambahan CMC pada tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi HMT .....	24
7. Diagram alir penambahan karagenan pada tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi HMT .....	24
8. Biji sorgum.....	63
9. CMC dan karagenan.....	63
10. Pencucian .....	63
11. Perendaman .....	63
12. Penirisan.....	63
13. Pengeringan.....	63
14. Penghalusan menggunakan grinder .....	63
15. Pengayakan .....	63
16. Pengaturan kadar air untuk tepung sorgum HMT .....	63
17. Pendinginan HMT .....	63
18. Pengeringan HMT .....	64
19. Tepung sorgum HMT.....	64
20. Penimbangan CMC dan karagenan .....	64
21. Pencampuran tepung sorgum alami dan HMT dengan hidrokoloid .....	64
22. Tepung sorgum dan hidrokoloid .....	64

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang dan Masalah

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L. Moench) merupakan tanaman serealia yang berpotensi tinggi untuk dibudidayakan di Indonesia, akan tetapi pemanfaatan sorgum dalam industri pangan masih sangat terbatas (Susilo dkk., 2021). Sorgum berpeluang untuk dijadikan produk pangan olahan karena mengandung kadar protein, vitamin dan mineral yang relatif tinggi. Sorgum tidak banyak diminati masyarakat karena memiliki kandungan zat anti gizi yaitu kafirin, fitat, dan tanin. Tanin akan menimbulkan rasa sepat terutama pada kulit sorgum yang berwarna gelap (Suarni, 2016). Biji sorgum dapat diolah menjadi tepung. Pemanfaatan biji sorgum menjadi produk setengah jadi seperti tepung sangat baik, karena dapat dengan mudah disubstitusi dengan bahan lain yang bermanfaat untuk meningkatkan nilai jual biji sorgum (Susila, 2005).

Sorgum dalam bentuk tepung lebih menguntungkan karena lebih praktis, mempunyai umur simpan lebih lama, dan dapat diolah menjadi berbagai olahan makanan yang dapat meningkatkan nilai ekonomisnya. Akan tetapi tepung sorgum masih belum banyak digunakan sebagai bahan pangan di Indonesia, hal ini disebabkan tepung sorgum mempunyai viskositas dan daya kembang yang lebih rendah dibandingkan tepung terigu. Selain itu, tepung sorgum memiliki karakteristik antara lain tekstur agak kasar, kering berpasir dan cepat mengeras (Suarni, 2004). Hal ini menjadi kendala pada saat proses pengolahan dan mempengaruhi sifat produk olahan (Agustiani dkk., 2020). Untuk mengatasi kelemahan sifat tepung alami dalam memenuhi kebutuhan terhadap pati bagi industri pangan dapat dilakukan dengan cara dimodifikasi. Tepung dimodifikasi



untuk memperoleh sifat yang lebih baik dari sifat sebelumnya atau menghasilkan beberapa sifat yang diinginkan untuk memenuhi kebutuhan tertentu.

Modifikasi tepung sorgum sangat penting untuk mendapatkan tekstur yang lebih baik. Beberapa cara dapat dilakukan untuk memodifikasi tepung sorgum, salah satunya dengan menggunakan panas lembab atau *Heat Moisture Treatment* (HMT). Modifikasi fisik tepung menggunakan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) tergolong dalam proses hidrotermal dengan cara memanaskan granula pati. Pati tepung sorgum yang termodifikasi HMT memiliki kelemahan yaitu *swelling power* dan kelarutan yang rendah dibanding pati sorgum alami (Haryani dkk., 2015). Hal itu terjadi karena terbentuknya ikatan ganda heliks amilopektin pada pati sorgum dan mengakibatkan berkurangnya kemampuan daya serap air. Penambahan senyawa perlu dilakukan untuk memperbaiki kelemahan tersebut dengan menggunakan hidrokoloid. Sifat reologi dan tekstur produk pangan dapat dipertahankan, kapasitas menahan air meningkat, dan kualitas produk secara keseluruhan dapat ditingkatkan dengan penambahan hidrokoloid (Funami *et al.*, 2005).

Karagenan dan *Carboxy methylcellulose* (CMC) adalah dua contoh hidrokoloid yang ditemukan dalam makanan. Hidrokoloid yang ditambahkan ke granula pati singkong yang mengembang menciptakan *adhesive effect* sehingga granula pati semakin berdekatan (Leite *et al.*, 2012). Dibandingkan dengan tepung tanpa hidrokoloid, kapasitas pengembangan granula pati dan viskositas campuran pati-hidrokoloid meningkat pada kondisi ini, meningkatkan kapasitas pengembangan sebesar 35% hingga 50%. Ikatan silang CMC dalam larutan terjadi ketika dicampur dengan tepung. Tepung menjadi lebih padat dan ikatan hidrogen pada rantai pati diperkuat oleh ikatan silang tersebut. Demikian pula, karagenan dapat mengikat air, memungkinkan pati mengeras menjadi gel padat. Sifat pati dapat diubah dengan menambahkan dengan *Carboxy methylcellulose* (CMC). Granula pati akan semakin memadat dan terikat satu sama lain akibat pengikatan CMC pada pati. Molekul amilopektin dan amilosa cenderung membentuk ikatan hidrogen satu sama lain sehingga menghasilkan gel yang lebih kompak, karena ikatan ini memperkuat ikatan hidrogen pada rantai pati (Kusnandar, 2010).

Karagenan merupakan zat yang diperoleh dari rumput laut yang bersifat sebagai pengemulsi dan juga pembentuk gel. Campuran pati dan karagenan akan menghasilkan produk yang kompak. Menurut Samantha dkk. (2019), semakin banyak karagenan yang ditambahkan, semakin kuat ikatan yang terbentuk sehingga menghasilkan produk yang lebih keras. Pati mengandung amilosa yang dapat membentuk rantai lurus dan menyerap air. Karena pati dapat menyerap udara ke dalam produk, maka karagenan dapat dimanfaatkan untuk membentuk gel yang kuat (Fitriyani dkk., 2017). Pada penelitian ini, penambahan hidrokoloid diharapkan dapat memperbaiki kekurangan tepung sorgum dan perbedaan perlakuan tepung sorgum diharapkan dapat menghasilkan tepung sorgum terbaik. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan hidrokoloid berupa CMC dan karagenan dan juga pengaruh perbedaan jenis tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* terhadap karakteristik fisikokimia tepung sorgum.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbedaan karakteristik fisikokimia antara tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT).
2. Mengetahui pengaruh penambahan hidrokoloid terhadap karakteristik fisikokimia tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT).
3. Mengetahui ada tidaknya interaksi antara perlakuan jenis tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* dan penambahan hidrokoloid berupa CMC dan Karagenan.

## 1.3. Kerangka Pemikiran

Tepung sorgum memiliki ciri tekstur agak kasar, kering, berpasir dan cepat mengeras. Untuk mendapatkan tekstur yang diinginkan, tepung sorgum perlu

dilakukan modifikasi *Heat Moisture Treatment*. Menurut Agustiani dkk. (2020), modifikasi dapat dilakukan melalui teknik modifikasi fisik seperti *Heat Moisture Treatment* (HMT) atau panas lembab. *Heat Moisture Treatment* (HMT) merupakan metode modifikasi pati secara fisik dengan perlakuan panas. Untuk mendapatkan tepung sorgum termodifikasi dengan sifat fisikokimia yang lebih baik, metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) akan mengubah struktur tepung. Karakteristik tepung sorgum yang semakin baik akan memberikan peluang sebagai substitusi atau bahan dasar produk pangan (Agustiani dkk., 2020).

Modifikasi tepung secara fisik melalui metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) dilakukan dengan cara memanaskan granula pati di atas suhu transisi gelas ( $T_g$ ) selama 1-24 jam dengan tetap mempertahankan kadar air yang relatif rendah yaitu kurang dari 35% dan menggunakan suhu perlakuan yang lebih tinggi (80-140°C). Proses ini mengubah sifat fisik dan fungsional granula pati dengan mengubah strukturnya pada suhu dan kadar air yang terkendali (BeMiller dan Huber, 2015). Jika dibandingkan dengan pati alami, metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) akan menghasilkan kadar air yang lebih rendah. Berdasarkan penelitian Carlovera (2022), pada 200 g tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* menghasilkan rata-rata kadar air sebesar 11,05%. Hal ini disebabkan oleh air yang terikat pada pati menguap pada suhu tinggi sehingga menghasilkan pati dengan kadar air yang rendah. Hal ini didukung dengan penelitian Syamsir dkk. (2012) proses modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) dapat membuat granula pati yang mengembang menjadi lebih berongga sehingga air lebih mudah menguap ketika dikeringkan.

Menurut Fajri dan Asyik (2016), modifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) berpengaruh nyata terhadap kadar air dan abu, serta uji sensorik warna, aroma, tekstur, dan rasa. Nilai derajat putih, kadar air, kelarutan, *swelling power* dan daya serap air menurun ketika suhu *Heat Moisture Treatment* (HMT) semakin tinggi. Pemanasan yang terlalu lama memutus ikatan hidrogen pada pati HMT, sehingga kelarutan tepung termodifikasi HMT menurun. Menurut Pangesti dkk. (2014), 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 benkuang. Selain itu modifikasi dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) meningkatkan suhu gelatinisasi dan menurunkan *setback viscosity*. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, perlu dilakukan penambahan berupa bahan tambahan pangan seperti biopolimer yaitu hidrokoloid. Hidrokoloid akan berikatan dengan pati dan membentuk struktur jaringan yang kuat yang mampu berfungsi sebagai pengganti gluten dalam memerangkap gas di dalam adonan dan mampu mengikat air. Hidrokoloid yang biasa digunakan sebagai bahan tambahan pangan adalah *carboxy methylcellulose* (CMC) dan karagenan.

CMC merupakan salah satu hidrokoloid yang dapat berinteraksi dengan pati dan membuat granula pati saling berdekatan dan membentuk ikatan antara granula dan pati. Ikatan tersebut meningkatkan kemampuan menyerap air campuran CMC dan pati (Leite *et al.*, 2012). Kapasitas CMC untuk menyerap air memungkinkannya membuat jaringan yang dapat menghubungkan komponen dalam adonan roti bebas gluten. CMC mampu meningkatkan volume roti dan memberikan nilai yang baik pada porositas dan kekenyalan *crumb*. Menurut Wongsagunsup *et al.* (2015), penambahan 1% CMC ke dalam adonan roti campuran tepung terigu dan tepung labu kuning menghasilkan volume spesifik roti sebesar 2,16 cm<sup>3</sup>/g, di mana nilai ini lebih tinggi dari roti yang dihasilkan dari campuran tepung terigu dan tepung labu kuning tanpa penambahan hidrokoloid. Pada penelitian Hartatik dan Damat (2017), penambahan CMC pada *cookies* berbahan dasar tepung pati garut termodifikasi menghasilkan *cookies* dengan komposisi kimia yang lebih baik dan juga sifat fisik *cookies* yang baik.

Selain CMC, pada penelitian ini juga dilakukan penambahan karagenan. Karagenan memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi dalam bahan. Karagenan memiliki gugus sulfat bermuatan negatif di sepanjang rantai polimer yang bersifat hidrofilik sehingga dapat mengikat air. Menurut Pratiwi dkk. (2016), karagenan memiliki kandungan gugus sulfat yang bersifat hidrofilik dan ion bebas OH<sup>-</sup> yang mampu berikatan dengan air sehingga menyebabkan ikatan yang lebih kuat dan kadar air mengalami penurunan dibanding perlakuan tanpa penambahan karagenan. Kristiningsih dkk. (2022) menyatakan bahwa penambahan karagenan

1% menghasilkan mie basah berbahan baku tepung sukun dan tepung ganyong yang sesuai dengan kandungan air SNI maksimal yaitu 35% dengan kadar air yang dihasilkan antara 32,6%-44,23%. Menurut Ramdhani dkk. (2014), penambahan 1% karagenan pada campuran tepung garut dan tepung kecambah kacang tunggak menghasilkan perlakuan terbaik terhadap karakteristik produk.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut semakin tinggi konsentrasi karagenan menghasilkan kadar air yang tinggi. Hal ini disebabkan penambahan karagenan sebagai hidrokoloid yang jumlahnya semakin tinggi meningkatkan kekompakan matrik gel dan mengurangi struktur berongga. Menurut Widyaningtyas dan Susanto (2015), penggunaan karagenan sebagai bahan tambahan pangan berfungsi untuk pembentukan gel. Penambahan karagenan yang semakin tinggi menyebabkan struktur gel yang semakin kokoh sehingga air yang terperangkap semakin banyak. Penelitian tentang penambahan hidrokoloid terhadap tepung sudah banyak dilakukan, namun belum banyak penelitian tentang penambahan hidrokoloid terhadap tepung sorgum karena tepung sorgum memiliki tekstur yang keras dan *crumb*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan memodifikasi tepung sorgum menggunakan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT), kemudian dilakukan penambahan hidrokoloid berupa CMC dan karagenan.

#### **1.4. Hipotesis**

1. Terdapat perbedaan karakteristik fisikokimia antara tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT).
2. Penambahan hidrokoloid berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT).
3. Terdapat interaksi antara perlakuan jenis tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* dan penambahan hidrokoloid berupa CMC dan Karagenan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Sorgum

Sorgum atau (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) merupakan sumber karbohidrat yang tergolong dalam serealia. Sorgum merupakan sereal terpenting kelima di dunia setelah gandum, beras, jagung, dan barley (Sirappa, 2003). Sekitar 90% areal yang ditanami sorgum terdapat di negara berkembang, terutama di Afrika dan Asia. Menurut Leder (2004) tanaman sorgum dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur seperti curah hujan rendah dan tanah kering yang tidak cocok untuk ditanami tanaman serealia lainnya tanpa irigasi yang memadai. Sorgum merupakan tanaman yang dapat tumbuh subur di berbagai lingkungan dan mudah beradaptasi dengan iklim setempat.

Menurut Suarni (2004), klasifikasi tanaman sorgum sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Ordo	: <i>Poales</i>
Famili	: <i>Poaceae</i>
Genus	: <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench
Spesies	: <i>Sorghum bicolor</i>

Menurut Rooney (1977) secara fisik permukaan daun sorgum mengandung lapisan lilin dan sistem perakaran yang lebar, berserat dan dalam. Kulit biji berwarna putih, merah atau coklat. Sorgum merah/coklat biasanya termasuk jenis Feterita, sedangkan sorgum putih disebut sorgum Kafir. Salah satu kriteria untuk menilai kegunaan biji sorgum adalah warnanya. Tepung yang lebih putih

dihasilkan oleh jenis biji sorgum yang lebih terang yang dapat digunakan untuk membuat roti, makanan lunak, dan lain-lain. Sedangkan jenis yang lebih gelap akan menghasilkan tepung yang berwarna lebih gelap dan memiliki rasa yang lebih pahit. Jenis tepung ini cocok digunakan sebagai bahan dasar minuman. Berdasarkan bentuk dan ukurannya, biji sorgum dapat dibedakan menjadi biji sorgum kecil (8-10 mg), sedang (12-24 mg), dan besar (25-35 mg). Sebagai bahan makanan, kandungan gizi sorgum bersaing dengan beras dan jagung, bahkan kandungan protein, kalsium dan vitamin B1 sorgum lebih tinggi dibandingkan beras dan jagung.

Sorgum (Gambar 1) memiliki nutrisi yang mirip dengan biji-bijian lainnya (Tabel 1). Jika dibandingkan, sorgum memiliki kadar protein yang lebih tinggi dari jagung, beras pecah, jawawut, namun lebih rendah dari gandum. Sebaliknya, sorgum memiliki kadar lemak yang lebih rendah daripada jagung tetapi kandungan lemaknya lebih besar daripada beras pecah kulit, gandum, dan jawawut (Suarni dan Subagjo, 2013). Terdapat tiga fraksi dalam lemak sorgum, yaitu fraksi netral (86,2%), glikolipid (3,1%), dan fosfolipid (0,7%). Sorgum merupakan biji-bijian yang tinggi karbohidrat serta nutrisi lain yang cukup memadai sebagai sebagai bahan makanan.



Gambar 1. Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)  
Sumber : Halil dkk., (2020)

Tabel 1. Komposisi gizi sorgum per 100 g.

Komposisi Gizi	Kandungan/100 gr
	Sorgum
Kalori (kkal)	332
Protein (g)	11,1
Lemak (g)	3,3
Karbohidrat (g)	73,0
Kalsium (mg)	28,0
Zat Besi (mg)	4,4
Fosfor (mg)	287
Vitamin B1 (mg)	0,38
Serat kasar (g)	6,7
Air (%)	11,20

Sumber : Sirappa (2003).

Kandungan karbohidrat sorgum relatif lebih rendah 70,7% dibandingkan dengan sereal lain. Kadar pati sorgum berkisar antara 56-73% dengan rata-rata 69,5%. Pati sorgum terdiri atas amilosa 20-30% dan amilopektin 70-80%. Pati sorgum mengandung amilosa yang cukup tinggi rata-rata 26,9%. Pati sorgum mempunyai kandungan serat pangan 7-9 % daya cerna pati 72-80 % serta daya cerna protein 69-71 %, pati sorgum mempunyai lama daya simpan kurang lebih sampai 1 tahun (Suarni, 2016).

## 2.2. Tepung Sorgum

Tepung sorgum adalah produk yang terbuat dari biji *Sorgum bicolor* (.L) Moench melalui proses penggilingan industri yang menghilangkan sejumlah besar biji dan lembaga (*germ*) dengan menggiling endosperma hingga kehalusan yang sesuai (Codex, 1995). Pengolahan biji sorgum menjadi produk setengah jadi seperti tepung sorgum dan ekstraksi patinya cukup banyak dibutuhkan. Hal ini disebabkan meningkatnya ketersediaan sorgum dan umur simpannya yang lebih lama. Dengan demikian, sorgum dapat digunakan sebagai bahan pangan alternatif pengganti atau substitusi tepung terigu. Dibandingkan produk setengah jadi lainnya, pengolahan biji sorgum menjadi tepung sorgum lebih diutamakan. Hal ini disebabkan umur simpan lebih lama, mudah dicampur (komposit), dapat diperkaya nutrisi dan masak lebih cepat sesuai tuntutan praktis kehidupan modern (Damardjati dkk., 2000).



Menurut Codex (1995), kadar tanin dalam tepung sorgum yang akan diolah tidak boleh melebihi 0,3% dari bahan dasar kering. Tepung sorgum harus memiliki aroma yang normal dan bebas dari serangga hidup sehingga aman untuk dikonsumsi manusia. Selain itu, tepung harus memenuhi standar yang telah ditentukan (Tabel 2). Agar aman untuk dikonsumsi, tepung sorgum siap pakai harus memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Tabel 2. Syarat mutu tepung sorgum.

<b>Deskripsi</b>	<b>Batas (basis kering)</b>
Air	Maks 15%
Abu	Min 0,9% Maks 1,5%
Protein	Min 8,5%
Lemak Kasar	Min 2,2% Maks 4,7%
Tanin	Maks 0,3 %
Serat Kasar	Maks 1,8%
Ukuran Partikel	Min 100% tepung melewati ayakan dengan dimensi mesh diameter 0,5 mm untuk tepung “baik” dan diameter 1 mm untuk tepung “sedang”

Sumber : Codex (1995).

Tepung sorgum mengandung lebih banyak mineral dan serat dibandingkan dengan tepung terigu. Sorgum memiliki kandungan serat dan mineral sebesar 2,74% dan 2,24% yang lebih tinggi dari tepung terigu. Tepung terigu sendiri memiliki kandungan serat dan mineral sebesar 1,92% dan 1,83%. Sorgum mengandung selulosa, hemiselulosa, lignin, dan  $\beta$ -glukan sebagai serat pangan. Serat pangan tidak larut yang terdapat pada sorgum meliputi selulosa, hemiselulosa, dan lignin, sedangkan  $\beta$ -glukan merupakan jenis serat pangan larut (Muchtadi dkk., 2012).

Selain mengandung serat yang tinggi, tepung sorgum mempunyai kandungan protein sebesar 11g. Kandungan protein suatu bahan pangan dapat dilihat dari

komposisi asam aminonya. Fraksi protein utama tepung sorgum adalah prolamin 32,6-58,8%. Tepung sorgum memiliki kandungan lemak 3,3 gram, lebih tinggi dari gandum dan beras dan lebih rendah dari jagung. Kekurangan tepung sorgum sebagai bahan pangan disebabkan oleh kandungan gizi atau senyawa tanin sebesar 0,30-3,98% yang menghasilkan rasa sepat pada produk olahan. Tanin adalah zat polifenol yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan protein sehingga menurunkan kualitas dan daya cerna protein. Meskipun demikian, karena tanin merupakan antioksidan, tanin baik untuk tubuh dalam jumlah terbatas (Suarni dan Firmansyah, 2013).

### **2.3. Pati Termodifikasi**

Pati yang telah mengalami modifikasi fisik atau kimia untuk mengubah satu atau lebih sifat fisik atau kimia yang signifikan dikenal sebagai pati yang dimodifikasi. Menurut Glicksman (1969), pati diberi perlakuan tertentu untuk memperoleh sifat yang lebih baik, memperbaiki sifat sebelumnya atau mengubah beberapa sifat lainnya. Perlakuan ini dapat berupa penggunaan panas, asam, basa, oksidator atau bahan kimia lain yang membentuk gugus kimia baru dan atau mengubah bentuk, ukuran dan struktur molekul pati. Pati dapat dimodifikasi dalam beberapa cara, termasuk sebagai ikatan silang, konversi hidrolisis asam, oksidasi, dan derivatisasi kimia.

Sifat yang diinginkan dari modifikasi pati ini adalah pati yang memiliki viskositas yang stabil pada suhu tinggi maupun rendah, ketahanan yang baik terhadap tekanan mekanik, dan ketahanan terhadap kondisi asam dan suhu sterilisasi. Modifikasi fisik meliputi perlakuan panas dan uap yang terkontrol seperti pemanasan dan kemudian pendinginan, serta perlakuan uap seperti pregelatinisasi, ekstrusi, *drum drying*, atau *spray drying* yang fungsinya menghancurkan pada saat pengolahan (Bergthaller, 2000). Panas dapat digunakan untuk memodifikasi pati, membentuk gugus kimia baru dan/atau mengubah ukuran, struktur, dan komposisi molekul pati. Cara lain agar pati dapat dimodifikasi dengan panas adalah melalui penyangraian.

#### 2.4. Metode *Heat Moisture Treatment* (HMT)

Modifikasi pati dengan *Heat Moisture Treatment* (HMT) adalah suatu perlakuan hidrotermal dimana pati dipanaskan pada waktu tertentu hingga kadar airnya sedikit di atas suhu gelatinisasi sehingga pati tidak tergelatinisasi melainkan hanya mengubah struktur molekulnya seiring dengan perubahan dalam sifat-sifatnya (Collado and Corke, 1999). Secara umum, telah diamati bahwa HMT dapat meningkatkan ketahanan panas dan perlakuan mekanis, menurunkan viskositas *breakdown*, viskositas puncak, dan pembengkakan granula pati, serta meningkatkan suhu gelatinisasi (Elliasson and Magnus, 2006). Perubahan viskositas yang dikenal dengan viskositas *setback* akan terjadi selama proses pendinginan. Perubahan viskositas selama pendinginan merupakan pengukuran rekristalisasi dari pati tergelatinisasi selama pendinginan (Beta and Corke, 2001).

Berdasarkan Beta and Corke (2001), nilai *setback* dan tingkat kekerasan mie pati sorgum memiliki hubungan yang positif. Penurunan sifat *setback* ini diduga disebabkan oleh pembentukan kompleks antara amilosa, amilosa dan amilopektin, serta amilosa dan lemak yang terjadi selama proses *Heat Moisture Treatment* (HMT), yang merusak kemampuan pati terutama amilosa untuk saling berikatan kembali (Lestari dkk., 2015). Oleh karena itu, pati termodifikasi HMT memiliki sifat fungsional dan amilografi yang lebih baik dibandingkan pati alami, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produk pangan. Modifikasi pati secara HMT dipengaruhi oleh suhu dan lama waktu pemanasan sehingga dapat terjadi perubahan struktur molekul serta karakteristik suhu awal gelatinisasi pati tanpa menghancurkan struktur granulanya (Putri dkk., 2014). Pada teknik ini, pati dengan kadar air terbatas (kurang dari 35 % air, b/b) dipanaskan di atas suhu transisi gelas tetapi masih di bawah suhu gelatinisasinya selama waktu tertentu. HMT menyebabkan perubahan bentuk molekul pati dan menciptakan struktur kristal yang lebih tahan terhadap proses gelatinisasi (Pukkahuta *et al.* ,2008).

Modifikasi pati dengan teknik fisik seperti perlakuan *Heat Moisture Treatment* (HMT) dianggap lebih aman dibandingkan dengan modifikasi kimia. Metode ini mampu memodifikasi sifat fungsional pati. HMT mengacu pada modifikasi pati di

suhu tinggi, di atas suhu gelatinisasi (80-120°C) dengan kadar air terbatas (18-27%). Secara umum, hidrotermal diketahui mempengaruhi peningkatan suhu gelatinisasi dan perubahan dalam rentang gelatinisasi, pola difraksi sinar-X, swelling power dan kelarutan akibat perubahan fungsional (Pranoto *et al.*, 2014). Pada saat pati dimodifikasi, ikatan hidrogen pada pati terputus atau hilang berlangsungnya pemanasan dalam waktu yang relatif lama. Dengan demikian, semakin sedikit jumlah gugus hidroksil dari molekul pati semakin tinggi kemampuan granula menyerap air. Pengontrolan suhu dan kadar air ini akan merubah karakteristik fisik dari pati akibat berubahnya struktur granula pati.

Mekanisme kerja metode HTM ditandai dengan peristiwa mengubah granula pati dari penghancuran atau pemecahan serta penataan ulang rantai amilopektin selama HMT dan menyebabkan perubahan morfologi granula pati. HMT mempengaruhi penataan ulang granula pati dan meningkatkan interaksi rantai amilosa-amilosa dan amilosa-amilopektin sehingga ikatan molekul menjadi pendek dan meningkatkan daya pembengkakan atau daya serap air lebih banyak (Kusnandar, 2010). Karakteristik yang dihasilkan pati HMT seperti kestabilan panas, kestabilan pengadukan, viskositas rendah, kemampuan membentuk gel yang tinggi dan cenderung mengalami retrogradasi membuatnya biasa ditambahkan sebagai bahan baku pembuatan mie, bihun, roti atau kue (Widyastuti *et al.*, 2021). Menurut Ahmad dan Meireles (2015), menyatakan bahwa perlakuan modifikasi HMT menyebabkan molekul granula pati tersusun menjadi lebih rapat sehingga kemampuan granula membengkak (*swelling power*) menjadi terbatas atau mengalami peningkatan.

## 2.5. Hidrokoloid

Hidrokoloid merupakan suatu molekul yang memiliki rantai panjang dengan berat molekul tinggi yang mengandung gugus hidroksil atau sifat hidrofilik. Kelarutan hidrokoloid biasanya dipengaruhi oleh afinitas gugus hidroksilnya terhadap molekul air untuk membentuk ikatan hidrogen. Ketika terdispersi di dalam air, hidrokoloid umumnya berupa polisakarida dan protein dengan ukuran dalam rentang 10-1000 nm. Dalam struktur hidrokoloid, derajat polimerisasi (*degree of*

*polymerization/DP*) dan derajat substitusi (*degree of substitution/ DS*) berperan penting dalam mempengaruhi fungsi hidrokoloid tersebut. DP dapat didefinisikan sebagai jumlah monomer yang membentuk polimer hidrokoloid, sedangkan DS adalah persentase dari banyaknya gugus hidroksil dari polimer hidrokoloid yang dibuat dengan gugus alkil tertentu (Sitanggang, 2020).

Secara umum, kemampuan hidrokoloid untuk mengubah kualitas reologi, khususnya perubahan viskositas dan tekstur produk pangan, merupakan alasan utama penggunaannya dalam produk pangan. Hidrokoloid termasuk ke dalam bahan tambahan pangan dengan fungsi spesifik, yaitu agen pembentuk gel, pengental (*thickener*), emulsifier atau agen penstabil. Hidrokoloid yang umum digunakan sebagai pengental adalah pati, *xanthan*, *guar gum*, *locust bean gum*, *gum karaya*, *gum tragacanth*, *gum Arabic* dan derivatif selulosa. Selain itu, hidrokoloid alginat, pektin, karagenan, gelatin, gellan, dan agar sering dimanfaatkan sebagai bahan pembentuk gel (Sitanggang, 2020). Gum/hidrokoloid banyak digunakan dalam produk berbahan dasar pati dengan tujuan untuk meningkatkan stabilitas, memodifikasi tekstur dan memudahkan pengolahan (Ratnawati dan Afifah, 2018). Penambahan hidrokoloid seperti pektin, agar-agar, guar gum dan xanthan gum merupakan pendekatan yang saat ini banyak digunakan untuk menghasilkan fungsi yang mirip dengan fungsi gluten pada produk roti yang bebas gluten (Amalia dkk., 2014). Hidrokoloid yang digunakan pada produk pangan bebas gluten berasal dari berbagai sumber seperti biji-bijian, buah-buahan, ekstrak tumbuhan, alga dan mikroorganisme.

## **2.6. Carboxy Methylcellulose (CMC)**

CMC atau *carboxymethyl cellulose* memiliki rumus molekul  $(C_8H_{11}O_7Na)_n$  adalah turunan selulosa dengan gugus karboksimetil yang disintesis melalui proses alkalisasi dan esterifikasi (Ratnawati dan Afifah, 2018). Pembuatan CMC terdapat 2 tahap proses reaksi yaitu tahap pertama, selulosa dicampur dengan larutan alkali untuk membuka ikatan rantai selulosa agar air dapat memasuki sistem aqueous. Kemudian pada tahap kedua, selulosa direaksikan dengan sodium

monokloroasetat dengan rumus  $\text{CH}_2\text{ClCO}_2\text{Na}$ . Terjadi pelekatan gugus karboksilat pada struktur selulosa. Gugus karboksilat yang dimaksud terdapat pada asam natrium monokloroasetat yang digunakan akan berpengaruh terhadap substitusi dari unit anhidroglukosa pada selulosa (Ayuningtiyas dkk., 2017). Setiap unit anhidroglukosa memiliki beberapa atom hidrogen dan tiga gugus hidroksil dari gugus hidroksil tersebut digantikan oleh gugus *carboxymethyl*. Gugus hidroksil yang tergantikan disebut dengan derajat substitusi (DS). Jumlah gugus hidroksil yang tergantikan atau nilai DS tersebut akan mempengaruhi sifat kekentalan dan sifat kelarutan CMC dalam air (Kamal, 2010).

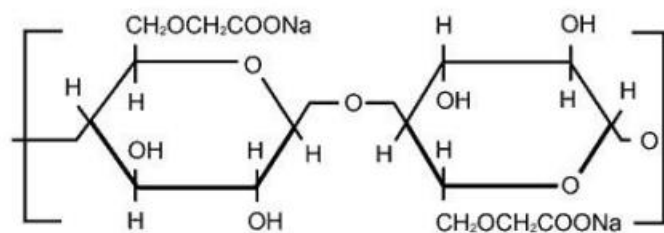
*Carboxymethyl cellulose* (CMC) dalam larutan cenderung membentuk suatu ikatan silang dengan molekul polimer yang menyebabkan molekul pelarut tetap berada di dalamnya dan tidak bergerak, yang dapat membentuk struktur molekul yang kaku dan tahan tekanan. Ikatan silang tersebut dapat memperkuat ikatan hidrogen pada rantai pati sehingga menyebabkan molekul amilosa dan amilopektin cenderung membentuk ikatan hidrogen satu sama lain sehingga membentuk gel lebih kompak (Kusnandar, 2010). CMC adalah salah satu jenis hidrokoloid yang dapat berinteraksi dengan pati dan menyebabkan perubahan karakteristik dari pati tersebut. Leite *et al.* (2012) menjelaskan dalam penelitiannya bahwa pada sampel pati tapioka yang ditambahkan dengan CMC, CMC terlihat berikatan dengan granula pati dan membuat granula pati saling berdekatan dan terjadi pembentukan ikatan antara granula dan pati. Pembentukan ikatan inilah yang diduga dapat meningkatkan kemampuan menyerap air dari campuran CMC dan pati dan berdampak pada meningkatnya nilai viskositas bila dibandingkan dengan pati tanpa penambahan CMC. Penambahan CMC juga dapat meningkatkan *swelling power* dari pati (Leite *et al.*, 2012).

*Carboxymethyl Cellulose* (CMC) bersifat higroskopis sehingga dapat menyerap air dari udara. Jumlah air yang dapat diserap tergantung dari kadar air *Carboxymethyl Cellulose* (CMC), kelembaban relatif, suhu dan derajat substitusi. *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dengan derajat substitusi lebih tinggi lebih efektif mengikat air.

Reaksi pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) adalah sebagai berikut:



*Carboxymethyl Cellulose* (CMC) merupakan turunan selulosa yang mudah larut dalam air. Oleh karena itu *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) mudah dihidrolisis menjadi gula gula sederhana oleh enzim selulase dan selanjutnya difermentasi menjadi etanol oleh bakteri (Masfufatun, 2010).



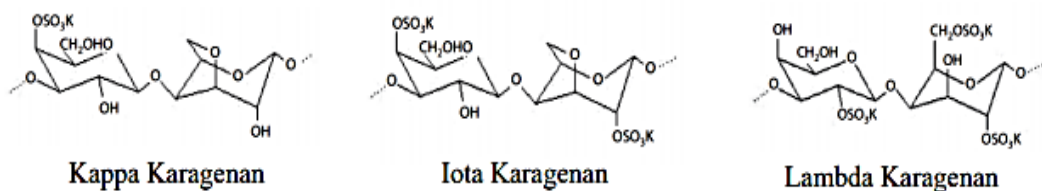
Gambar 2. Struktur *Carboxymethyl Cellulose* (CMC)  
Sumber : Kamal (2010)

## 2.7. Karagenan

Karagenan merupakan zat yang diperoleh dari rumput laut yang termasuk ke dalam *family Rhodophyceae* seperti *Euchema spinosum* dan *Euchema cottoni*. Terdiri dari rantai poliglukan bersulfat yang memiliki berat molekul kurang lebih diatas 100.000 kDa dan bersifat hidrokoloid. Karagenan kompleks bersifat larut dalam air karena terdiri dari unit galaktosa dan 3,6-anhidrogalaktosa yang berikatan dengan gugus sulfat atau ikatan  $\alpha$  1,3-D-galaktosa dan  $\beta$  1,4-3,6-anhidrogalaktosa (Diharmi dkk., 2011). Karagenan memiliki sifat fungsional yang sangat baik yang berguna untuk mengatur kadar air dan berperan sebagai sistem stabilisasi pangan. Karagenan juga dapat digunakan untuk meningkatkan sistem fungsional dan tekstur pati. Karagenan adalah agen pembentuk gel alami yang terbuat dari rumput laut. Produk yang diekstraksi dari rumput laut banyak digunakan sebagai bahan pangan, bahan tambahan, atau bahan pembantu dalam industri makanan, farmasi, kosmetik, tekstil, cat dan lain-lain. Karagenan

dihasilkan dari rumput laut *Euchema* yang telah dibudidayakan di beberapa perairan Indonesia (Harijono dan Mustijasari, 2001).

Pemasakan yang digunakan dalam pengolahan rumput laut dalam larutan alkali menghasilkan produk seperti karagenan, agar, dan alginat, yang memiliki dua fungsi. Pertama, alkali membantu proses pembengkakan sel rumput laut yang memudahkan karagenan, agar, atau alginat keluar dari jaringan. Kedua, penggunaan alkali yang cukup tinggi dapat mengubah struktur kimia karagenan karena gugus 6-sulfat terlepas dari karagenan sehingga membentuk residu 3,6-anhidro-D-galaktosa dalam rantai polisakarida. Hal ini akan meningkatkan kekuatan gel karagenan yang dihasilkan. Selain itu, zat alkali dapat memisahkan protein dari jaringan sehingga lebih mudah mengekstrak karagenan dari jaringan rumput laut. Campuran pati dan karagenan akan menghasilkan produk yang kompak. Menurut Samantha dkk. (2019) semakin banyak karagenan yang ditambahkan maka semakin kuat ikatan yang terbentuk sehingga menghasilkan produk yang lebih keras. Pati mengandung amilosa, amilosa dapat membentuk rantai lurus dan menyerap air. Karena pati dapat menyerap udara ke dalam produk, maka dapat dimanfaatkan untuk membentuk gel yang kuat (Fitriyani dkk., 2017)



Gambar 3. Struktur Karagenan

Sumber : Necas and Bartosivoka (2013)

## 2.8. Kadar Air

Kadar air merupakan persentase kandungan air suatu bahan yang dapat mempengaruhi mutu produk, karena kadar air yang terlalu banyak membuat produk rentan terhadap pertumbuhan mikroba. Kadar air suatu bahan pangan merupakan indikator kualitas suatu bahan pangan. Menurut Sudrajat dan Nurhasybi (2015), metode pengukuran kadar air dirancang khusus untuk



meminimalkan oksidasi, dekomposisi, atau hilangnya zat-zat yang mudah menguap dengan meminimalkan kandungan airnya. Bahan tersebut dipanaskan hingga 105–110°C dalam oven selama tiga jam untuk mengeringkannya. Banyaknya air yang menguap kemudian dihitung dengan menggunakan rumus yang memperhitungkan perubahan berat antara berat awal dan akhir. Proses ini menentukan kadar air (Rahayu, 2021).

## **2.9. Daya Serap Air**

Kapasitas tepung dalam menyerap air dalam volume tertentu ditentukan oleh kapasitas penyerapan airnya. Artinya, setelah sejumlah air ditambahkan ke dalam pati, sifat fisik dan komposisi butiran pati akan terpengaruh (Indrastuti dkk., 2012). Air dapat digunakan untuk membubarkan butiran pati. Pati amorf menyerap air dan mengikatnya secara fisik dan antarmolekul (Elliason and Magnus, 2006). Indrastuti dkk (2012), menyatakan bahwa jika gelatinisasi dilakukan tanpa air maka akan terbentuk gel yang kurang ideal. Menciptakan produk turunan tepung yang memerlukan tingkat gelatinisasi tinggi bisa jadi sulit karena rendahnya kapasitas hidrasi tepung. Karena daya serap airnya yang tinggi, tepung mampu dihomogenisasi dengan air dan bahan lainnya selama proses pembuatan adonan. (Indrastuti dkk., 2012).

## **2.10. *Swelling Power* dan Kelarutan**

*Swelling Power* menunjukkan kemampuan granula pati untuk mengembang. Sifat *swelling* pati sangat bergantung pada kekuatan dan sifat ikatan antar molekul di dalam granula pati. *Swelling power* pasta pati ditentukan dengan membagi berat keringnya dengan berat sedimen dalam pasta. Dalam pengolahan pangan, stabilitas pati berkorelasi dengan *swelling power*. Molekul pati membentuk *swelling power* karena ikatan non-kovalen. Pemuaiian pati terjadi ketika dipanaskan dan kemudian ditambahkan air berlebih. Daerah amorf granula pati membengkak. Panas memecah ikatan hidrogen yang lemah di daerah amorf molekul pati, menyebabkan gugus hidroksil dalam granula pati terhidrasi (Akissoe

*et al.*, 2011). Di antara banyak kegunaan pati dalam makanan olahan dan kemampuannya untuk meningkatkan kualitas makanan adalah daya pengembangannya yang tinggi, yang disertai dengan daya cerna yang baik. Menurut Kusumayanti *et al.* (2015), pati dengan *swelling power* yang tinggi paling cocok untuk produk roti yang memerlukan pengembangan yang besar, sedangkan pati dengan *swelling power* yang rendah lebih cocok sebagai bahan baku untuk produk seperti mie yang tidak memerlukan pengembangan berlebihan.

Kelarutan merupakan kemampuan pati untuk larut dalam air. Kelarutan pati ini berkaitan erat dengan *swelling power*. Lebih sedikit amilosa yang akan dilepaskan dari butiran pati jika daya pengembangannya berkurang. Pelepasan amilosa dari butiran pati inilah yang membuatnya larut. Amilosa lebih mudah larut dibandingkan pati karena strukturnya yang lebih sederhana. Karena daya pengembangan mengurangi jumlah amilosa yang dilepaskan dari granula pati, maka kelarutan pati juga akan menurun. Setelah tepung dikeringkan, supernatannya ditimbang untuk mengetahui kelarutannya (Indrastuti dkk., 2012). Salah satu ukuran kelarutan tepung adalah massa kelarutannya dalam air.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni – Agustus 2023 di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, dan Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### **3.2. Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji sorgum putih dan hidrokoloid yang diperoleh dari UMKM Petani Muda Official. Hidrokoloid yang digunakan yaitu *carboxymethyl cellulose* (CMC) dan karagenan. Bahan yang digunakan pada analisis adalah aquades.

Alat yang digunakan dalam pembuatan tepung sorgum adalah grinder, loyang, *aluminium foil*, oven, timbangan, termometer, mixer, dan ayakan 80 mesh.

Alat yang digunakan dalam analisis tepung sorgum adalah gelas ukur, tabung Erlenmeyer, neraca analitik, pipet tetes, spatula, cawan, oven, desikator, vortex, *sentrifuge*, *waterbath*, tabung reaksi, gelas beaker, *refrigerator*.

### 3.3. Metode Penelitian

Penelitian disusun faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 2 faktor dan 4 kali ulangan. Faktor pertama adalah jenis tepung sorgum alami dan tepung sorgum modifikasi HMT. Faktor kedua adalah jenis hidrokoloid CMC dan karagenan. Dengan menggunakan 6 taraf dan diperoleh 24 satuan percobaan. Pengamatan yang dilakukan meliputi sifat fisik daya serap air, *swelling power*, dan kelarutan. Pengamatan secara kimia dianalisis terhadap kadar air. Data yang diperoleh dianalisis kesamaan ragamnya atau homogenitasnya dengan uji Barlett dan penambahan data dilakukan dengan uji Tukey, selanjutnya data diolah menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila terdapat pengaruh nyata, dilakukan uji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%. Perlakuan penelitian sebagai berikut :

T1H1 = Tepung sorgum tanpa penambahan hidrokoloid

T1H2 = Tepung sorgum dengan penambahan CMC 1%

T1H3 = Tepung sorgum dengan penambahan karagenan 1%

T2H1 = Tepung sorgum termodifikasi HMT tanpa penambahan hidrokoloid

T2H2 = Tepung sorgum termodifikasi HMT dengan penambahan CMC 1%

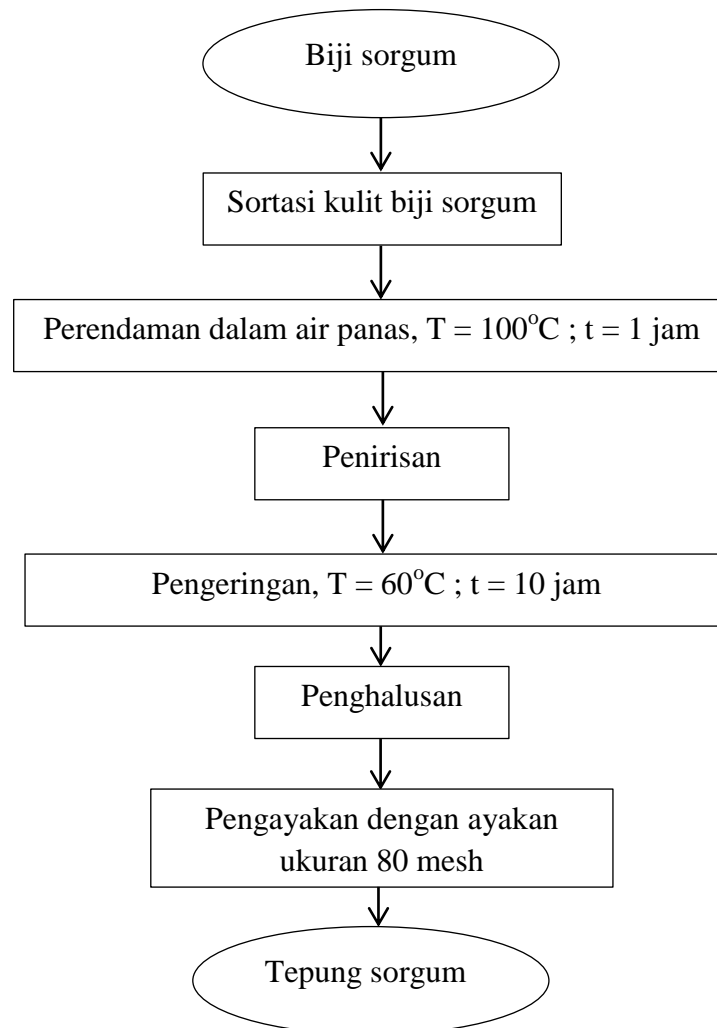
T2H3 = Tepung sorgum termodifikasi HMT dengan penambahan karagenan 1%

### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1. Pembuatan Tepung Sorgum

Pembuatan tepung sorgum (Gambar 4) dilakukan dengan cara menyortir biji sorgum untuk memisahkan kotoran, debu, lalu dilakukan proses penyosohan. Setelah dilakukan proses penyosohan biji sorgum direndam di dalam air panas di suhu 100°C selama 1 jam untuk mengurangi kadar tanin dalam biji sorgum. Setelah dilakukan proses perendaman, biji sorgum ditiriskan untuk selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 10 jam. Biji sorgum yang sudah dikeringkan dilakukan proses penepungan dengan cara menggiling biji sorgum menggunakan grinder. Setelah dihaluskan kemudian dilakukan

pengayakan menggunakan ayakan ukuran 80 mesh untuk mendapatkan tekstur tepung yang lebih halus.



Gambar 4. Diagram alir pembuatan tepung sorgum.  
Sumber : Budjianto dan Yuliyanti (2012)

### 3.4.2. Proses Pembuatan Tepung Sorgum Termodifikasi HMT

Tepung sorgum sebanyak 10 g ( $BP_1$ ) yang telah diketahui kadar airnya ( $KA_1$ ) dilakukan proses peningkatan kandungan air dengan penambahan aquades hingga mencapai kadar air sekitar 27% ( $KA_2$ ) dengan cara penyemprotan dan pengadukan. Setelah itu, tepung pada kondisi awal dikurangi dengan berat tepung setelah mencapai kadar air yang diinginkan ( $BP_2$ ). Penambahan aquades dihitung dengan rumus kesetimbangan massa (Rumus 1).

$$(100\% - KA_1) \times BP_1 = (100\% - KA_2) \times BP_2 \quad \dots(1)$$

Keterangan :

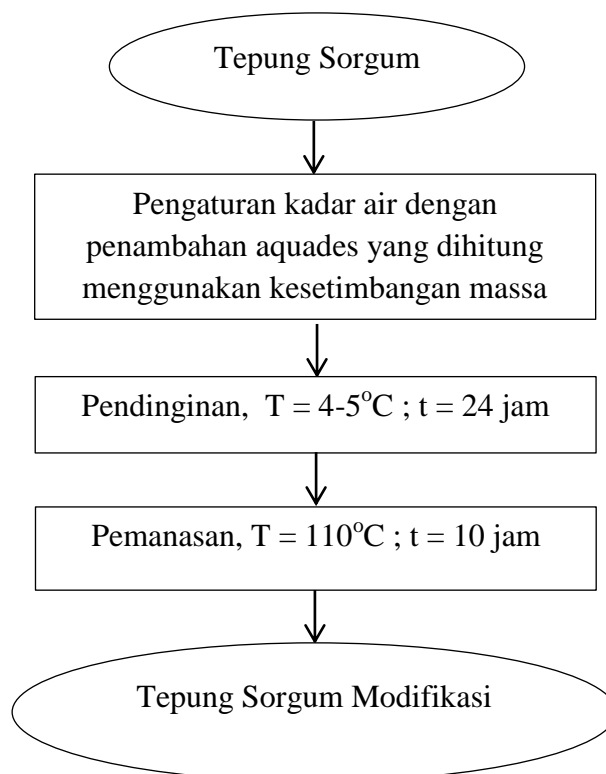
$KA_1$  = Kadar air kondisi awal (%bb)

$KA_2$  = Kadar air tepung yang diinginkan 27% (%bb)

$BP_1$  = Bobot tepung pada kondisi awal

$BP_2$  = Bobot tepung setelah mencapai  $KA_2$

Penyeragaman kadar air dilakukan dengan cara tepung sorgum dibungkus di dalam *aluminium foil* kemudian diletakkan di dalam loyang dan disimpan di dalam refrigerator pada suhu 4-5°C selama 24 jam. Setelah itu, dilakukan proses pemanasan di dalam oven pada suhu 110°C selama 10 jam (Haryani dkk., 2015). Proses pembuatan tepung sorgum termodifikasi HMT dapat dilihat pada Gambar 3.

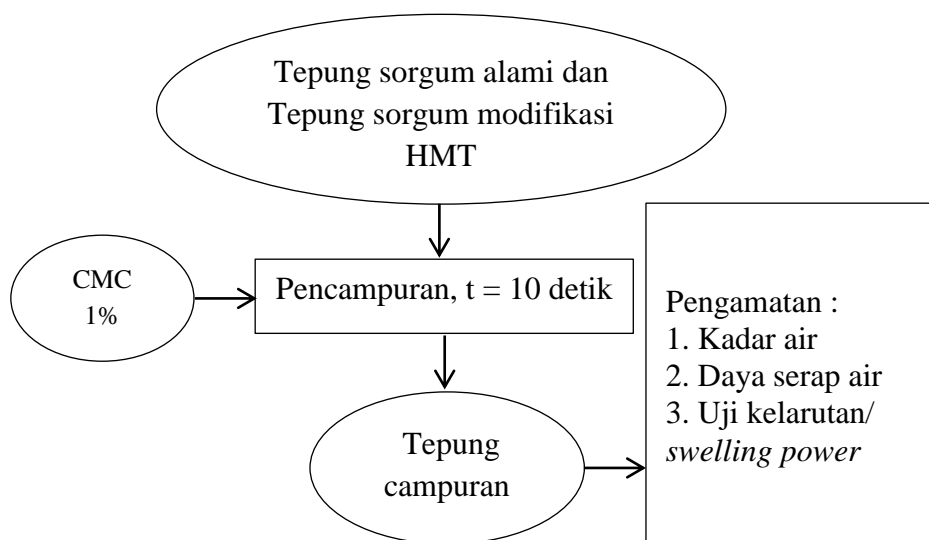


Gambar 5. Diagram alir pembuatan tepung sorgum modifikasi dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT)

Sumber : Haryani dkk. (2015)

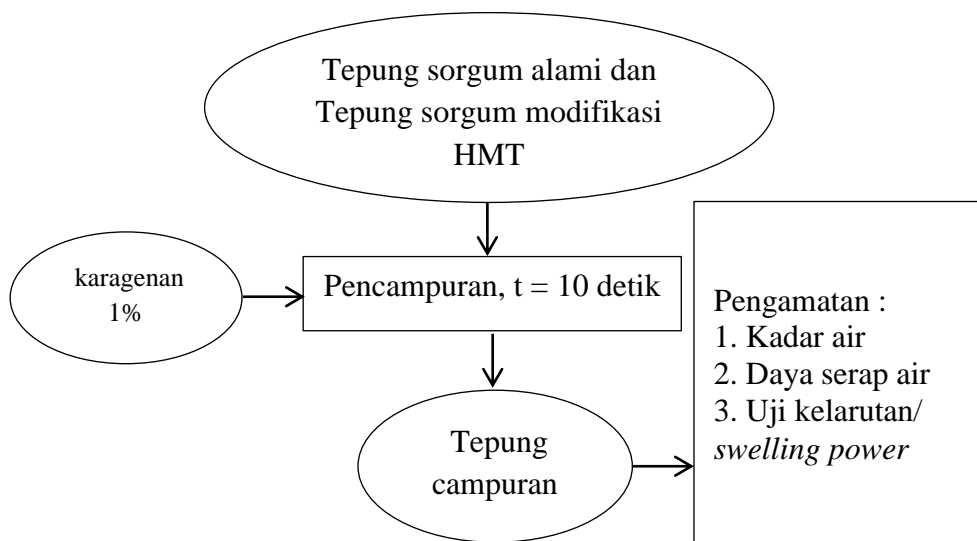
### 3.4.3. Proses Penambahan Hidrokoloid Pada Tepung Sorgum

Tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) ditambahkan CMC 1%. Tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) ditambahkan karagenan 1% (Gambar 6 dan 7). Campuran tepung yang digunakan dalam 1 kali perlakuan adalah 100 g. kemudian campuran tepung diaduk menggunakan mixer selama 10 detik agar campurannya homogen.



Gambar 6. Diagram alir penambahan CMC pada tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi HMT

Sumber : Faris (2016)



Gambar 7. Diagram alir penambahan karagenan pada tepung sorgum alami dan tepung sorgum termodifikasi HMT

Sumber : Faris (2016)



### 3.5. Pengamatan

#### 3.5.1. Kadar Air

Pengukuran kadar air pada tepung sorgum modifikasi HMT dengan penambahan hidrokoloid dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri dengan cara yaitu cawan porselen dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, lalu didinginkan didalam desikator dan ditimbang (W1). Kemudian sampel sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan porselen yang sudah diketahui berat konstannya (W2) dan dikeringkan ke dalam oven pada suhu 100°C selama 3-5 jam. Setelah itu sampel didinginkan di dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang (W3). Perlakuan dilakukan sampai tercapai berat konstan (AOAC, 2005). Perhitungan kadar air dengan menggunakan (Rumus 2).

$$\text{Kadar air} = \frac{W3 - W1}{W2 - W1} \times 100 \% \quad \dots(2)$$

Keterangan : W1 = berat cawan kosong (g)  
 W2 = berat cawan + sampel sebelum dioven (g)  
 W3 = berat cawan + berat sampel setelah dioven (g)

#### 3.5.2. Daya Serap Air

Pengamatan daya serap air dilakukan dengan cara 1 g tepung sorgum dimasukkan di dalam tabung *sentrifuge*. Kemudian ditambahkan 10 ml aquades dan diaduk menggunakan vortex, didiamkan selama 15 menit di suhu ruang. Kemudian sampel disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm pada suhu ruang selama 25 menit. Supernatan dipisahkan, kemudian sampel ditimbang. (Rauf dan Sarbini, 2015). Kemudian dihitung menggunakan (Rumus 3).

$$\text{Daya serap air (g/g)} = \frac{A - B}{B} \times 100\% \quad \dots(3)$$

Keterangan : A = Berat sampel dalam tabung setelah disentrifuge (g)  
 B = Berat sampel awal (g)

### 3.5.3. *Swelling power* dan Kelarutan

Uji *swelling power* dan kelarutan dilakukan dengan menimbang sebanyak 0,1 g tepung kemudian ditambahkan 10 ml aquades di dalam tabung *sentrifuge* yang diketahui berat kosongnya dan divortex selama 10 detik. Lalu, larutan dipanaskan di dalam *waterbath* pada suhu 90°C selama 30 menit dan setiap 5 menit sekali divortex kemudian didinginkan pada suhu ruang. Setelah itu, larutan disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 25 menit, supernatan dipisahkan dari granula yang membengkak (endapan). Kemudian endapan ditimbang beratnya (B). Selanjutnya, supernatan dipipet sebanyak 5 mL dituangkan di dalam cawan petri untuk dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam, sampai berat konstan (A) (Torruco and Betancur, 2007). Rumus menghitung *swelling power* dan kelarutan disajikan pada (Rumus 4 dan 5).

$$\text{Swelling power} = \frac{\text{berat endapan yang membengkak (B)}}{\text{berat sampel (g)}} \quad \dots(4)$$

$$\text{Kelarutan} = \frac{\text{berat supernatan kering (A) (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\% \quad \dots(5)$$

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Tepung sorgum alami menghasilkan daya serap air yang lebih rendah dibandingkan tepung sorgum modifikasi HMT yaitu 2,54 g/g dan 2,81 g/g. Kadar air tepung sorgum alami 9,52% lebih tinggi dibandingkan tepung modifikasi HMT yaitu 8,72%. *Swelling power* tepung sorgum alami 13,93 g/g lebih tinggi daripada tepung modifikasi HMT yaitu 10,82 g/g. Kelarutan tepung sorgum alami 5,00 % lebih tinggi dibandingkan dan tepung modifikasi HMT yaitu 3,33%.
2. Penambahan hidrokoloid berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia tepung sorgum. Penambahan hidrokoloid berupa CMC 1% dan karagenan 1% berpengaruh nyata yang meningkatkan karakteristik daya serap air yaitu 2,89 g/g dan 2,53 g/g, *swelling power* yaitu 13,78 g/g dan 13,09 g/g dan kelarutan yaitu 5,25% dan 4,00% tepung sorgum.
3. Terdapat interaksi antara jenis tepung yaitu tepung sorgum alami dan tepung termodifikasi *Heat Moisture Treatment* dan penambahan hidrokoloid CMC 1% dan karagenan 1% terhadap daya serap air.

## 5.2. Saran

1. Diperlukan adanya penelitian lanjutan untuk modifikasi *Heat Moisture Treatment* dengan variasi penambahan jumlah air yang lebih rendah di bawah 27% dan penggunaan suhu kurang dari 110°C.
2. Perlu ditingkatkan lagi konsentrasi hidrokoloid yang digunakan untuk meningkatkan *swelling power* pada tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment*.
3. Penerapan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* dengan penambahan hidrokoloid berupa CMC baik digunakan dalam pembuatan roti dan tepung sorgum termodifikasi *Heat Moisture Treatment* dengan penambahan karagenan baik digunakan dalam pembuatan bihun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A.C.A. and Meireles, M.A.A., 2015. Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources. *Food Science and Technology*. 35(2): 215-236.
- Agustiani., Riwayati, I., dan Maharani, F. 2020. Modifikasi tepung sukun (*Artocarpus altilis*) menggunakan metode *heat moisture treatment* (HMT) dengan variabel suhu dan lama waktu perlakuan. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*. 5(2): 105-109.
- Akissoe, N., Mestres, C., Handschin, S., Gibert, O., Hounhouigan, J., and Nago, M. 2011. Microstructure and physico – chemical bases of textural quality of yam products. *LWT – Food Science Technology*. 44: 321-329.
- Amalia, R., Julianti, E., dan Ridwansyah. 2014. Karakteristik fisikokimia tepung komposit berbahan dasar beras, ubi jalar, kentang, kedelai, dan xanthan gum (Physicochemical properties of composite flour based on rice, sweet potato, potatoes, soybean and xanthan gum). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 2(2): 65–70.
- Anggreini, R.A., Choiriyah, N.A., and Athennia, A. 2021. Modification of sorghum bicolor (L) moench starch: review of HMT (*heat moisture treatment*), autoclaving cooling, and annealing methods. *International Journal of Advance Tropical Food* (IJATF). 3(2) : 57-66.
- Ayuningtiyas, S., Desiyana, F.D., dan Siswani, M.Z. 2017. Pembuatan karboksimetil selulosa dari kulit pisang kepok dengan variasi konsentrasi natrium hidroksida, natrium monokloroasetat, temperatur dan waktu reaksi. *Jurnal Teknik Kimia*. 6(3): 47-51.
- AOAC (*Association of Official Analytical Chemist*). 2005. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist Inc. New York. 1130 hlm.

- BeMiller, J.N., and Huber, K.C. 2015. Physical modification of food starch functionalities. *Annual Review Food Science Technology*. 6(21): 19-69
- Bergthaller, W. 2000. Developments In Potato Starches. *Starch In Foods. Structure, Function and Applications*. CRC Press LLC, USA. 373-402
- Beta, T., and Corke, H. 2001. Noodle quality as related to sorghum starch properties. *Journal American Association of Cereal Chemists*. 78(4): 417-420.
- Budjianto, S., dan Yuliyanti. 2013. Studi persiapan tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan aplikasinya pada pembuatan beras analog. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 13(3): 177-186.
- Cahyadi, W., Gozali, T., dan Ramdiani, D. A. 2018. Kajian perbandingan tepung sorgum (*Sorghum bicolor*) dengan tepung ganyong (*Canna edulis*) dan konsentrasi ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta* L) terhadap karakteristik nugget. *Pasundan Food Technology Journal*. 5(3) : 190- 195.
- Cahyana, Y., dan Wijaya, E. 2017. Pengaruh *Heat Moisture Treatment* (HMT) terhadap kandungan pati tercerna lambat. *Jurnal Penelitian Pangan*. 2(1): 34-37.
- Carlovera, W.T. 2022. *Pengaruh Suhu dan Waktu Pemanasan Terhadap Karakteristik Tepung Sorgum Modifikasi dengan Metode Heat Moisture Treatment*. (Skripsi). Universitas Pasundan. 139 hal.
- Codex. 1995. *Codex Standard for Sorghum Flour*. 173-1989.
- Collado L.S.H, and Corke. 1999. Heat Moisture Treatment effects on sweet potato starch differing in amylose content. *Hongkong : Elsevier Science Ltd. Food Chemistry*. 65: 339-346.
- Damardjati, D.S., Widowati, S., Wargiono, J., dan Purba, S. 2000. Potensi dan pendayagunaan sumber daya bahan pangan lokal serealia, umbi-umbian dan kacang-kacangan untuk penganekaragaman pangan. Makalah pada Lokakarya Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 24 hlm.
- Diharmi, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., dan Heruwati, E.S. 2011. Karakteristik karagenan hasil isolasi *Euchima spinosum* (alga merah) dari perairan Sumenep Madura. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 16(1): 117-124.

- Elliason, A. C., and Magnus, G. 2006. *Starch : Physicochemical and functional aspects*. Carbohydrates in Food, 393-451.
- Fajri, F., dan 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.
- Faris, A. 2016. *Pengaruh Penambahan Hidrokoloid Terhadap Karakteristik Fisik Tepung Sukun (Artocarpus altilis) dan Tepung Sukun Termodifikasi Annealing*. (Skripsi) Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. 100 hal.
- Fetriyuna., Marsetio., dan 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(1): 44-50.
- Fitriyani, E., Nuraenah, N., dan Nofreena, A. 2017. Tepung ubi jalar sebagai bahan filler pembentuk tekstur bakso ikan. *Jurnal Galung Tropika*. 6(1): 19-32.
- Funami, T., Kataoka, Y., Omoto, T., Goto, Y., Asai, L., and Nishihari, K. 2005. Effect of non-ionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behavior of wheat starch. *Food Hydrocolloids*. 19: 1-13.
- Glicksman, M. 1969. *Teknologi Gum dalam Industri Makanan*. Akademik Press; New York. 590 hal.
- Halil., Sjah, T., Tanaya, P.I., Budastra, K.I., dan Suparmin. 2020. Revitalisasi usahatani sorgum daerah lahan kering untuk konsumsi pangan alternatif lokal di Desa Loloan Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Pepadu*. 1(3): 280-297.
- Harijono, J. K., dan Mustikasari, S. A. 2001. Pengaruh kadar karagenan dan total padatan terlarut sari buah apel muda terhadap aspek kualitas permen jelly. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2(2): 110-116.
- Hartatik, D.T. dan Damat. 2017. Pengaruh penambahan penstabil CMC dan Gum arab terhadap karakteristik cookies fungsional dari pati garut termodifikasi. *Jurnal Agritrop*. 15(1): 9-25.

- Haryani, K., Hadiyanti., Alpin, M., Anggraini, R., dan Suryanto. 2015. Modifikasi pati sorgum (*Sorghum bicolor* .L Moench) dengan metode heat-moisture treatment sebagai bahan baku pembuatan bihun. *Proseding Sentrinov*, Vol 1, 277-289.
- Hildayanti. 2012. *Studi Pembuatan Flakes Jewawut (Setaria italica)*. (Skripsi). Universitas Hasanuddin Makassar. 72 hal.
- Indrastuti, E. Harijono., dan Susilo, B. 2012. Karakteristik tepung uwi ungu (*Dioscorea alata. L*) yang direndam dan dikeringkan sebagai bahan edible paper. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 13(3): 169-176.
- Kamal, N. 2010. Pengaruh bahan aditif CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) terhadap beberapa parameter pada larutan sukrosa. *Jurnal Teknologi Kimia Itenas*. 1(17): 78-84.
- Kristiningsih, A., Witriansyah, K., Utami, W., dan Purwaningrum, S. 2022. Pengaruh penambahan konsentrasi karagenan terhadap kualitas mi basah sukun (*Artocarpus atili*) dan ganyong (*Canna edulis*). *Jurnal Agroindustri*. 12(1): 39-47.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Dian Rakyat. Jakarta. 264 hal.
- Kusumayanti, H., Handayani, N.A., and Santoso, H. 2015. Swelling power and water solubility of cassava and sweet potatoes flour. *Procedia Environmental Sciences*. 23: 164-167
- Lala, F.H., Susilo, B., dan Komar, N. 2013. Uji karakteristik mie instan berbahan baku tepung terigu dengan substitusi mocaf. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 1(2) : 11-20.
- Leder, I. 2004. *Sorghum and Millets*. Di dalam Fuleky G (ed). *Cultivated Plants, Primarily as Food Sources*, Encyclopedia of Life Support Systems. Eolss Publishers, Oxford. 372 hal.
- Leite, T.D., Nicolleti, J.F., Penna, A.L.B., and Franco, C.M.L. 2012. Effect of addition of different hydrocolloids on pasting, thermal, and rheological properties of cassava starch. *Ciênc. Technogyl. Aliment., Campinas*, 32(3): 579-587.



- Lestari, O.A., Kusnandar, F., dan Palupi, N.S. 2015. Pengaruh Heat Moisture Treated (HMT) terhadap profil gelatinisasi tepung jagung. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 16(1): 75-80.
- Marchelina, C., Hotnida, S., and Linda M.L. 2020. Effect of the types and percentages of stabilizer on the quality of instant garfish condiment. *Journal of Agriculture Research*. 3(1) : 10-22.
- Masfufatun. 2010. Isolasi dan karakterisasi enzim selulosa. *Jurnal Pertanian*. 11: 1-11.
- Muchtadi, T.R., Sugiyono., dan Ayustaningwarno, F. 2012. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Alfabeta. Bandung. Hlm. 155-184.
- Necas, J., and Bartosikova, L. 2013. Carrageenan : A Review. *Veterinarni Medicina*. 58: 187-205.
- Oktavia, A.D., Idiawati, N., dan Destiarti, L. 2013. Studi awal pemisahan amilosa dan amilopektin pati ubi jalar (*Ipomea batatas Lam*) dengan variasi konsentrasi n-butanol. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 2: 153-156.
- Pangesti, Y.D., Parnanto, N.H., dan Ridwan, A.A. 2014. Kajian sifat fisikokimia tepung bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dimodifikasi secara *heat moisture treatment* (HMT) dengan variasi suhu. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(3) : 72-77.
- Pranoto, Y., Rahmayuni., Haryadi., and Rakshit, S.K. 2014. Physicochemical properties of Heat Moisture Treated sweet potato starches of selected Indonesian varieties. *International Food Research Journal* 21(5): 2031-2038.
- Pratiwi, U., Harun, N., dan Rosi, E. 2016. Pemanfaatan karagenan dalam pembuatan selai lembaran labu kuning (*Cucurbita moschata*). *Jurnal Agroteknologi*. 3(2): 1-8.
- Pukkahuta. C., Suwannawat, B., Shobsngob, S., and Varavinit, S. 2008. Comparative study of pasting and thermal transition characteristics of osmotic pressure and heat moisture treated corn starch. *Carbohydrate Polymers*. 72: 527– 536.

- Putra, I.N.K., Wisanaya, N.W., dan Wiadnyani, A.A. 2016. Optimasi suhu pemanasan dan kadar air pada produksi pati talas kimpul termodifikasi *heat moisture treatment* (HMT). *Jurnal Agritechnology*. 36(3): 302-307.
- Putri, W.D.R., Zubaidah, E., dan Ningtyas, D.W. 2014. Effect of heat moisture treatment on functional properties and microstructural profiles of sweet potato flour. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 6(5) : 655- 659.
- Puung, V.F. 2012. *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Ungu (Ipomea batatas L.) Termodifikasi Perendaman dan Heat Moisture Treatment (HMT)*. (Tesis). Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. 65 hal.
- Rahayu, D.P. 2021. *Analisis Kadar Air dan Abu, serta Komponen Kimia Pada Sampel Batang Pisang dengan Variasi Waktu Hidrolisis*. (Skripsi). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. 78 hal.
- Ramdhani, F.A., Harijono., dan Saparianti, E. 2014. Tepung garut dan kecambah kacang tunggak sebagai bahan baku bihun. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4) : 41-49.
- Ratnawati, L., dan Afifah, N. 2018. Pengaruh penggunaan guar gum, carboxymethylcellulose (CMC) dan karagenan terhadap kualitas mi yang terbuat dari campuran mocaf, tepung beras dan tepung jagung. *Jurnal Pangan*. 27: 43–54.
- 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. *Jurnal Agricultural Technologi*. 35(3): 324-330.
- Rooney, L.W.R.D. 1977. *The Structure of Sorghum and its Relation to Processing and Nutritional Value*. Cereal Quality Laboratory. Texas University. USA. 109 hal.
- Rukmana, L.K. 2014. Pengaruh Modifikasi Heat Moisture Treatment Terhadap Karakteristik Fisikokimia Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench). (Skripsi). Universitas Sebelas Maret. 78 hal.
- Samantha, K., Suseno, T.I.P., dan Utomo, A.R. 2019. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik selai murbei

- (*Morus nigra L.*) lembaran. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 18(2): 119-125.
- Setyaji, A., Wijayanti, I., dan Romadhon. 2018. Pengaruh penambahan karagenan terhadap karakteristik edible film gelatin kulit ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. 2(2) : 134-145.
- Sirappa, M.P. 2003. Prospek pengembangan sorgum di indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan, dan industri. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 22(4): 133-140.
- Sitanggang, B.A. 2020. Peran penting hidrokoloid dalam produk konfeksioneri. *Food Review Indonesia*. 15(5): 50-52.
- Suarni. 2004. Pemanfaatan tepung sorgum untuk produk olahan. Balai penelitian tanaman serealia. Makassar. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 23(4): 145-151.
- Suarni. 2016. Peranan sifat fisikokimia sorgum dalam diversifikasi pangan dan industri serta prospek pengembangannya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 3(35): 99-110.
- Suarni., dan Firmansyah, I.U. 2013. *Struktur, Komposisi Nutrisi dan Teknologi Pengolahan Sorgum*. IAARD Press, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. 47-55.
- Suarni., dan Subagjo, H. 2013. Potensi pengembangan jagung dan sorgum sebagai sumber pangan fungsional. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Sulawesi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 32(2): 47-55.
- Sudrajat, D.J. dan Nurhasybi. 2015. *Penentuan Standar Mutu Fisik dan Fisiologi Tanaman Hutan*. Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Bogor. 244 hal.
- Sun, Q., Han, Z., Wang, L., dan Xiaong, L. 2014. Physicochemical differences between sorghum starch and sorghum flour modified by heat-moisture treatment. *Journal Food Chemistry*. 15(145): 756-764.
- Susila, B.A. 2005. Keunggulan gizi dan sifat fungsional sorgum (*Sorghum vulgare*). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*. 527-532.

- Susilo, E., Pujiwati, H., Husna, M. 2021. Pertumbuhan dan hasil sorgum pada pemberian beberapa dosis pupuk NPK majemuk di lahan pesisir. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 23(1): 15-22.
- Syafutri, M.I., Lidiasari, F., Syaiful, F., dan Pusvita, D. 2020. Pengaruh lama dan suhu pengeringan terhadap karakteristik fisikokimia tepung beras merah (*Oryza nivara*). *Jurnal Agrosainsteknologi*. 4(2): 103-111.
- Syamsir, E., Hariyadi, P., Fardiaz, D., Andarwulan, N., dan Kusnandar, F. 2012. Pengaruh proses *Heat Moisture Treatment* (HMT) terhadap karakteristik fisikokimia pati. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 23(1): 100-106.
- Torruco-Uco, J., and Betancur-Ancona, D. 2007. Physicochemical and functional properties of Makal (*Xanthosoma yucatanensis*) starch. *Food Chemistry*. 101: 1319-1326.
- Widaningrum., and Haliza, W. 2022. Physical and sensory properties of modified canna edulis starch noodles with the addition of guar gum, CMC, and arabic gum. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*, 1024 (1).
- Widyaningtyas, M., dan Susanto, W. 2015. Pengaruh jenis dan konsentrasi hidrokoloid (carboxyl methyl cellulose, xantham gum, dan karagenan) terhadap karakteristik mi kering berbasis pasta ubi jalar varietas ase kuning. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 417-423.
- Widyastuti, R., Pranoto, Y. dan Anggrahini, S., 2021. Fisikokimia pati millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) termodifikasi *Heat Moisture Treatment*. *Journal of Food and Agricultural Product*. 1(1): 1-7.
- Wongsagunsup, R., Kittisuban, P., Yaowalak, A. and Suphantharika, M. 2015. Physical and sensory qualities of composite wheat-pumpkin flour bread with addition of hydrocolloids. *International Food Research Journal*. 22: 745-752.
- Yanti, S. 2020. Analisis edible film dari tepung jagung putih (*Zea mays L.*) termodifikasi gliserol dan karagenan. *Jurnal Tambora*. 4(1) : 1-13.