

**PENGARUH MODIFIKASI PATI JAGUNG DENGAN METODE *FREE  
RADICAL GRAFTING (FRG)* MENGGUNAKAN BERBAGAI  
KONSENTRASI ASAM GALAT TERHADAP SIFAT FISIK PATI  
JAGUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Tantiana Dwi Amarta Putri  
1754051001**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF CORN STARCH MODIFICATION BY FREE RADICAL GRAFTING (FRG) METHOD USING VARIOUS CONCENTRATIONS OF GALLIC ACID ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF CORN STARCH**

**By**

**TANTIANA DWI AMARTA PUTRI**

Starch is one of the components of food ingredients with wide industrial applications. Starch needs to be modified to improve physical properties so that it has prospects as a food and industrial raw material. One of the modifications used is the free radical grafting (FRG) method. This study aims to determine the effect of gallic acid concentration conjugated to corn starch using FRG on the characteristics of the physical properties of corn starch. This research consisted of the process of conjugating corn starch and gallic acid with free radical grafting and then testing the total phenol activity, swelling power, solubility, water absorption, oil absorption and whiteness. The research was arranged in a non-factorial Randomized Completed Block Design (RCBD). The study used 5 treatments with the addition of gallic acid concentrations P1(0%); P2(0.5%); P3(1%); P4(1.5%) and P5(2%) and 4 replications. The grafting results were analysed for total phenolics, Swelling power, solubility, water absorption, oil absorption and degree of whiteness. The data obtained were tested for data homogeneity, analysed for variance, and then subjected to a further test of Least Significant Difference (LSD) at the 5% level. The results showed that gallic acid conjugated with corn starch by the FRG method had no effect on swelling power, solubility, water absorption, and oil absorption but had an effect on the degree of whiteness. Formulation of 2% gallic acid per weight of corn starch produced 5.158% swelling power, 0.084% solubility, 75.30% water absorption, 80.10% oil absorption, 89.6 white degree.

**Keywords:** Gallic acid, swelling power, free radical grafting, solubility, and. corn starch.

## ABSTRAK

### PENGARUH MODIFIKASI PATI JAGUNG DENGAN METODE *FREE RADICAL GRAFTING* (FRG) MENGGUNAKAN BERBAGAI KONSENTRASI ASAM GALAT TERHADAP SIFAT FISIK PATI JAGUNG

Oleh

TANTIANA DWI AMARTA PUTRI

Pati merupakan salah satu komponen ingredien bahan pangan dengan aplikasi industri yang luas. Pati perlu dimodifikasi untuk memperbaiki sifat fisik sehingga mempunyai prospek sebagai bahan pangan dan bahan baku industri. Salah satu modifikasi yang digunakan adalah metode *free radical grafting* (FRG). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam galat yang dikonjugasikan pada pati jagung menggunakan FRG terhadap karakteristik sifat fisik pati jagung. Penelitian ini terdiri dari, tahapan proses konjugat pati jagung dan asam galat dengan *free radical grafting* kemudian dilakukan uji aktivitas total fenol, daya kembang, kelarutan, daya serap air, daya serap minyak dan derajat putih. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non faktorial. Penelitian menggunakan 5 perlakuan dengan penambahan asam galat konsentrasi P1(0%); P2(0,5%); P3(1%); P4(1,5%) dan P5(2%) dan 4 ulangan. Hasil konjugat dianalisis total fenol, daya kembang, kelarutan, daya serap air, daya serap minyak dan derajat putih. Data yang diperoleh diuji kehomogenan data, dianalisis ragam, kemudian dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asam galat yang dikonjugasikan dengan pati jagung dengan metode FRG tidak berpengaruh terhadap daya kembang, kelarutan, daya serap air, dan daya serap minyak tetapi berpengaruh terhadap derajat putih. Formulasi asam galat 2% terhadap berat pati jagung menghasilkan daya kembang 5,158%, kelarutan 0,084%, daya serap air 75,30%, daya serap minyak 80,10%, derajat putih 89,6%.

**Kata kunci** : Asam galat, daya kembang, *free radical grafting*, kelarutan, dan pati jagung.

**PENGARUH MODIFIKASI PATI JAGUNG DENGAN METODE *FREE  
RADICAL GRAFTING (FRG)* MENGGUNAKAN BERBAGAI  
KONSENTRASI ASAM GALAT TERHADAP SIFAT FISIK PATI  
JAGUNG**

Oleh

**Tantiana Dwi Amarta Putri**

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH MODIFIKASI PATI JAGUNG  
DENGAN METODE *FREE RADICAL  
GRAFTING* (FRG) MENGGUNAKAN  
BERBAGAI KONSENTRASI ASAM GALAT  
TERHADAP SIFAT FISIK PATI JAGUNG**

Nama Mahasiswa : **Tantiana Dwi Amarta Putri**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1754051001

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian



**Dr. Ir. Samsu Udayana Nurdin, M. Si.**  
NIP 19670615 199403 1 003

**Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.**  
NIP 19680409 199303 1 002

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

**Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.**  
NIP 19721006 199803 1 005

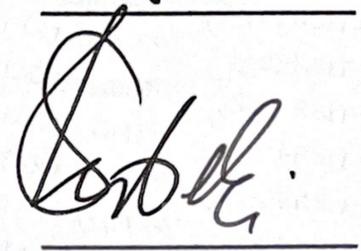
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

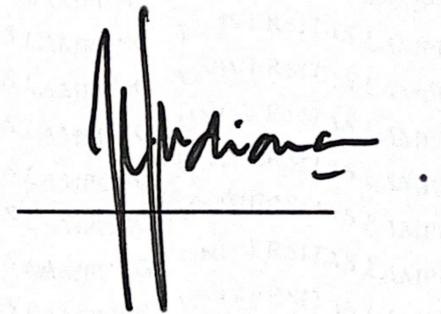
Ketua : **Dr. Ir. Samsu Udayana Nurdin, M. Si.**



Sekretaris : **Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Novita Herdiana, S.Pi., M.Si.**



### 2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 14 Februari 2023

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tantiana Dwi Amarta Putri

NPM : 1754051001

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 bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 14 Februari 2023

Yang membuat pernyataan



Tantiana Dwi Amarta Putri

NPM. 1754051001

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Palembang, 03 September 1998, sebagai anak kedua (Kembar Pertama) dari pasangan Bapak Tanzili dan Ibu Marlantina. Penulis memiliki seorang Kakak laki-laki dan dua orang adik perempuan. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Tegal Rejo pada tahun 2005. Penulis memulai Pendidikan sekolah dasar di SD Negeri No. 112305 Padang Halaban pada tahun 2005-2007, kemudian melanjutkan Pendidikan dasar di SD Negeri No. 299/VI Langling pada tahun 2007-2010. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Simbarwaringin pada tahun 2010-2011, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 9 Metro dan lulus pada tahun 2014. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 2 Metro dan lulus pada tahun 2017.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri – Wilayah Barat (SMMPTN-BARAT). Pada bulan Januari sampai dengan Februari 2020, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik di Desa Tanjung Sari, Kecamatan Bulok, Kabupaten Tanggamus. Pada bulan Juli sampai dengan Agustus 2020, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di UMKM Telaga Rizqy Kecamatan Metro Timur, dan menyelesaikan laporan PU yang berjudul “Mempelajari Penerapan GMP Pada Proses Produksi Susu Varian Aneka Rasa Di Telaga Rizqy, Kota Metro, Provinsi Lampung”.

Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif di organisasi kemahasiswaan pada Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian sebagai anggota dan ikut berperan aktif dalam setiap kegiatan yang dilaksanakan pihak jurusan. Selain itu penulis juga aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa Sains dan Teknologi

Universitas Lampung (Saintek Unila). Penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan yaitu sebagai anggota Kesekretariatan Sains dan Teknologi Universitas Lampung (Saintek Unila) periode 2018/2019.

## SANWACANA

*Alhamdulillah* *alhamdulillah* *alhamdulillah*. Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan kali ini penulis secara khusus mengucapkan rasa terima kasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., 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 yang telah banyak memberikan, pengarahan, saran, nasihat dan masukannya dalam penyusunan skripsi dan selama perkuliahan;
3. Bapak Dr. Ir. Samsu Udayana Nurdin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Pertama, yang bersedia membimbing tiap langkah dalam pengerjaan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran, motivasi, nasihat, kesempatan serta bantuan dan fasilitas hingga penyusunan skripsi ini selesai;
4. Bapak Dr. Ir. Subeki, M. Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing kedua, yang telah memberikan banyak arahan, bimbingan, masukan, serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Ibu Novita Herdiana, S.Pi., M.Si., selaku pembahas yang telah memberikan semangat, nasihat, kritik dan saran guna terselesaikannya skripsi ini;
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staff dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, yang

telah mengajari, membimbing, dan juga membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi akademik;

7. Kedua orang tua serta Keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan, motivasi, materi dan yang selalu menyertai penulis dalam do'anya selama ini;
8. Sahabat-sahabatku Titania Dwi Amarta P., Thias Wulandari., Lani Yuniarti, Aulia Githa N, Dessi Fatmawati, dan Nining Yuliyanti, yang selalu berbagi cerita, selalu ada dalam kehidupan kampus baik suka maupun duka, selalu mendukung, serta tempat berkeluh kesah;
9. Keluarga besar THP angkatan 2017 Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas pengalaman, dukungan, canda tawa, serta kebersamaannya selama ini.

Penulis berharap semoga Allah membalas seluruh kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, 14 Februari 2023

Penulis

**Tantiana Dwi Amarta Putri**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang dan Masalah .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Kerangka Pemikiran.....	2
1.4. Hipotesis.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pati Jagung .....	5
2.2. Modifikasi Pati.....	6
2.3. Asam Galat.....	8
2.4. <i>Free Radical Grafting</i> .....	9
2.5. Daya Kembang.....	10
2.6. Kelarutan.....	11
2.7. Daya Serap Air (WAC).....	12
2.8. Daya Serap Minyak (OAC).....	13
2.9. Derajat Putih .....	13
<b>III. BAHAN DAN METODE</b>	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	15

3.2. Alat dan Bahan.....	15
3.3. Metode Penelitian .....	15
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.4.1. Pembuatan Larutan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> yang Mengandung Asam Askorbat.....	16
3.4.2. Persiapan Sintesis Konjugat Pati-Asam Galat.....	17
3.5. Pengamatan.....	19
3.5.1. Daya Kembang dan Kelarutan.....	20
3.5.2. Daya Serap Air.....	20
3.5.3. Daya Serap Minyak.....	21
3.5.3. Derajat Putih .....	21
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Total Fenol .....	22
4.2. Daya Kembang .....	24
4.3. Kelarutan .....	25
4.4. Daya Sarap Air (WAC) .....	27
4.5. Daya Serap Minyak (OAC) .....	29
4.6. Derajat Putih .....	31
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	34
5.2. Saran.....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>39</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Formulasi pati jagung dan asam galat.....	16
2. Total fenol pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat .....	22
3. Daya kembang pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat..	24
4. Kelarutan pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat .....	26
5. Daya serap air pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat...	28
6. Daya serap minyak pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat.....	30
7. Derajat putih pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat .....	32
8. Nilai absorbansi kurva standar asam galat .....	40
9. Absorbansi total fenol. ....	41
10. Total fenol (ppm GAE).....	41
11. Uji kehomogenen (kesamaan) ragam ( <i>Barlett test</i> ) total fenol. ....	42
12. Analisis ragam total fenol. ....	42
13. Uji BNT total fenol. ....	43
14. Daya kembang. ....	43
15. Uji kehomogenen (kesamaan) ragam ( <i>Barlett test</i> ) daya kembang. ....	44
16. Analisis ragam daya kembang. ....	44
17. Uji BNT daya kembang. ....	45
18. Kelarutan.....	45
19. Uji kehomogenen (kesamaan) ragam ( <i>Barlett test</i> ) kelarutan. ....	46
20. Analisis ragam kelarutan.....	46
21. Uji BNT kelarutan.....	47
22. Daya serap air.....	47
23. Uji kehomogenen (kesamaan) ragam ( <i>Barlett test</i> ) daya serap air. ....	48

24. Analisis ragam daya serap air. ....	48
25. Uji BNT daya serap air. ....	49
26. Daya serap minyak.....	49
27. Uji kehomogenen (kesamaan) ragam ( <i>Barlett test</i> ) daya serap minyak.....	50
28. Analisis ragam daya serap minyak.....	50
29. Uji BNT daya serap minyak.....	51
30. Derajat putih (L, a*, b*).....	51
31. Derajat putih.....	52
32. Uji kehomogenen (kesamaan) ragam ( <i>Barlett test</i> ) derajat putih .....	52
33. Analisis ragam derajat putih .....	53
34. Uji BNT derajat putih .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur rantai linier dari molekul amilosa. ....	5
2. Struktur molekul amilopektin .....	6
3. Struktur asam galat .....	8
4. Proses konjugasi asam galat.....	9
5. Pembuatan senyawa sumber radikal. ....	17
6. Persiapan sintesis konjugat pati-asam galat menggunakan metode <i>free radical grafting</i> (FRG) .....	18
7. Total fenol pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat. ....	23
8. Daya kembang pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat .	25
9. Kelarutan pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat . ....	27
10. Daya serap air pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat...	28
11. Daya serap minyak pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat.....	30
12. Derajat putih pati jagung yang dikonjugasikan dengan asam galat .....	32
13. Grafik kurva standar asam galat.....	40
14. Proses <i>free radical grafting</i> pati-asam galat .....	54
15. Proses <i>free radical grafting</i> pati-asam galat .....	55
16. Analisis total fenol pati-asam galat.....	56

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pati merupakan salah satu komponen ingredien bahan pangan dengan aplikasi industri yang luas. Pati adalah bahan baku yang sangat penting untuk industri makanan. Fungsi dari pati sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat granular serta molekul pati, kondisi pengolahan dan modifikasi struktur. Pengembangan produk berbahan dasar pati membutuhkan wawasan yang luas agar dapat menghasilkan variasi pati yang diinginkan (Wurzburg, 1995; Zuhra dkk., 2016). Pati tersusun atas polisakarida dari molekul  $\alpha$ -D – glukosa. Molekulnya terdiri atas fraksi amilosa linear dan amilopektin yang bercabang (Atichokudomchai *et al.*, 2000; Beninca *et al.*, 2008). Kedua molekul tersebut berperan atas fisik dan kimia pada pati yang berpengaruh pada tingkat kelarutan dan pembengkakan granula pati.

Sumber dan produksi pati-patian di Indonesia sangat berlimpah, yang terdiri dari tapioka (pati singkong), pati sagu, pati beras, pati umbi-umbian selain singkong, pati buah-buahan (misalnya pati pisang) dan banyak lagi sumber pati yang belum diproduksi secara komersial (Koswara, 2009). Jagung merupakan salah satu bahan baku pembuatan pati yang dapat tumbuh dengan baik di Indonesia. Produksi jagung di Indonesia pada tahun 2014 mencapai 19,0 juta ton. Peningkatan produksi jagung meningkat tahun 2015 menjadi 19,6 juta ton (BPS, 2015). Jumlah produksi yang besar tersebut, maka jagung mempunyai prospek yang bagus sebagai bahan baku pembuatan pati alami (*native starches*) dalam skala besar. Pati alami memiliki beberapa kelemahan antara lain membutuhkan waktu pemasakan yang lama sehingga memerlukan energi yang besar, pasta yang terbentuk keras dan tidak bening, tidak tahan dengan perlakuan asam, kekentalan rendah, kelarutan rendah dan daya kembang rendah. Kelemahan tersebut membuat pati

tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu perlu dilakukannya modifikasi pati sehingga pati dapat dimanfaatkan lebih optimal dan dapat dimanfaatkan lebih luas (Koswara, 2006).

Modifikasi pati dapat dilakukan baik secara fisik kimia dan enzimatis. Modifikasi pati secara kimia dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain ikatan silang, esterifikasi, eterifikasi hidrolisis, dan oksidasi. Modifikasi pati pada penelitian ini pati jagung dimodifikasi dengan asam galat. Belum diketahui informasi mengenai konjugasi pati jagung dengan asam galat apakah memiliki pengaruh terhadap sifat fisik pati jagung yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan uji apakah metode *Free Radical Grafting (FRG)* pada pati jagung dan asam galat dapat mempengaruhi sifat fisik pati jagung yang dihasilkan.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi asam galat yang dikonjugasikan pada pati jagung menggunakan FRG terhadap karakteristik sifat fisik pati jagung.
2. Mengetahui formulasi asam galat dan pati jagung terbaik dengan menggunakan metode FRG terhadap sifat fisik pati jagung

## **1.3. Kerangka Pemikiran**

Pati merupakan polimer alam yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan mulai dari bahan pangan sampai bahan industri. Pati sebagai butiran yang terdiri dari unit polimer glukosa, pati tersusun atas rangkaian unit-unit glukosa yang terdiri dari fraksi rantai bercabang (amilopektin) dan fraksi rantai lurus (amilosa). Dengan demikian secara ratio jika kandungan amilosa pati rendah, maka kandungan amilopektinnya tinggi. Semakin tinggi kandungan amilosa dalam pati maka kelarutan pati semakin rendah. Lipida dalam pati akan mempengaruhi sifat-sifat pati. Menurut Fennema (1985), lipida dapat membentuk kompleks dengan

amilosa dan menghambat pembengkakan granula pati, sehingga pati sukar tergelatinasi. Sifat fungsional pati adalah sifat yang berkaitan dengan daya serap air, minyak, kelarutan, viskositas gel, tekstur, kerekatan, dan sebagainya.

Pati termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah melalui suatu reaksi kimia dengan mengganggu struktur asalnya. Pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya. Berdasarkan pada penelitian Santoso dkk. (2015) menggunakan metode ikatan silang (*cross linking*) pada pati ganyong dan gadung menunjukkan bahwa kadar pati dan amilosa pati ganyong yang telah dimodifikasi mengalami penurunan sedangkan kadar fosfat mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena gugus OH pada amilosa diikat oleh gugus fosfat dari senyawa  $\text{POCl}_3$ , sehingga sifat amilosa mengalami perubahan secara fisik molekul amilosa mempunyai afinitas yang tinggi terhadap senyawa  $\text{POCl}_3$ . Hal ini dikarenakan amilosa merupakan molekul yang berbentuk rantai lurus dan mempunyai gugus fungsional dengan posisi yang lebih terbuka, sehingga lebih mudah terjangkau oleh senyawa  $\text{POCl}_3$ . Terutama gugus hidroksil (OH) pada atom C nomor 2.

Hasil penelitian Alam dan Nuraeni (2008) menunjukkan ekstraksi pati jagung pada varietas yang berbeda dengan pelarut natrium bikarbonat memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap daya serap air dan kelarutan serta berbeda nyata terhadap daya serap minyak. Daya serap air dan kelarutan yang tinggi terdapat pada pati jagung yang memiliki kadar amilosa yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Juliano (1994) tingkat pengembangan dan penyerapan air tergantung pada kandungan amilosa. Makin tinggi kandungan amilosa, kemampuan pati untuk menyerap air dan mengembang menjadi lebih besar karena amilosa mempunyai kemampuan membentuk ikatan hidrogen yang lebih besar daripada amilopektin. Amilosa termasuk senyawa yang bersifat polar, oleh karena itu makin tinggi kadar amilosa pati kelarutannya dalam air juga meningkat.

Hasil penelitian Alam dan Nuraeni (2008) menunjukkan daya serap minyak yang tinggi pada pati jagung varietas pulut, kandungan amilosa pati jagung varietas pulut paling rendah (amilopektin tinggi) dibanding dengan pati jagung varietas lainnya. Molekul amilopektin tersusun dari unit-unit glukosa, rantai bercabang dengan ikatan 1,4  $\alpha$  glikosidik dan 1,6  $\alpha$  glikosidik. Diduga bahwa minyak terperangkap kedalam rantai cabangnya sehingga daya serapnya terhadap minyak menjadi tinggi.

#### **1.4. Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

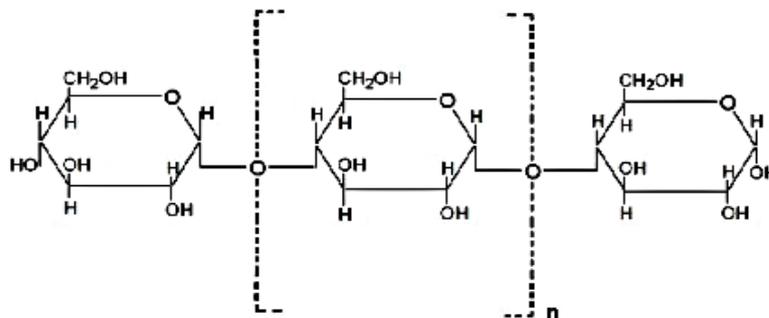
1. Terdapat pengaruh konsentrasi asam galat yang dikonjugasikan pada pati jagung menggunakan metode FRG terhadap sifat fisik pati jagung.
2. Terdapat konsentrasi asam galat yang dikonjugasikan pada pati jagung terbaik menggunakan metode FRG yang menghasilkan pati jagung terkonjugasi dengan sifat fisik yang baik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

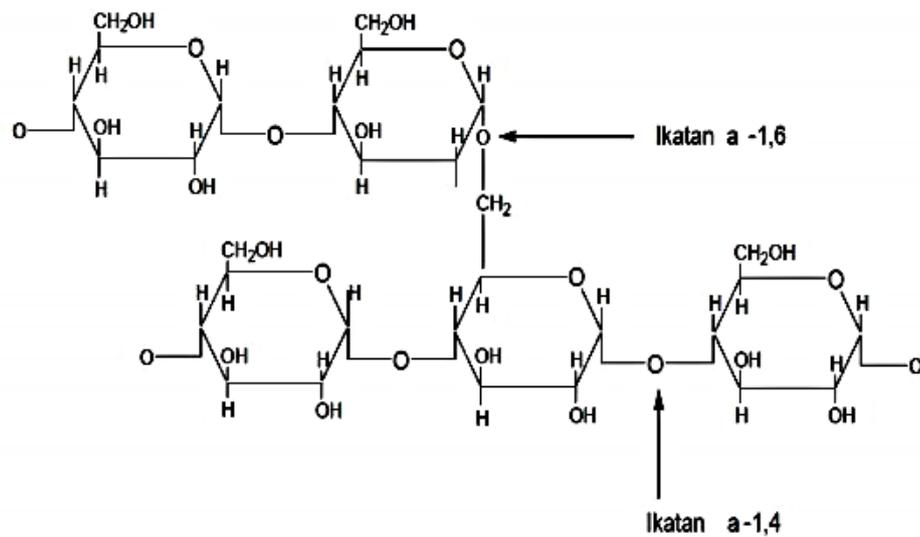
### 2.1. Pati Jagung

Pati merupakan polisakarida yang terbentuk dari tanaman hijau melalui proses fotosintesis. Bentuk pati berupa kristal bergranula yang tidak larut dalam air pada temperatur ruangan. Pati memiliki perbedaan bentuk dan ukuran granula tergantung pada jenis tanamannya. Ukuran dan morfologi granula pati bergantung pada jenis tanamannya serta bentuknya dapat berupa lingkaran, elips, lonjong, polihedral atau poligonal, bentuk yang tidak teratur (Elida, 1994). Pati mengandung 10% air pada RH 54% dan 20°C.

Pati umumnya tersusun dari 25% amilosa dan 75% amilopektin. Amilosa merupakan polimer berbentuk panjang dan lurus dan sedikit cabang (kurang dari 1%) dengan berat molekul 500.000 g/mol (Nwokocha, 2008). Unit-unit glukosa terhubung oleh ikatan  $\alpha$ -1,4 pada molekul amilosa. Molekul amilosa berbentuk helix dan bersifat hidrofobik. Amilopektin memiliki bentuk yang bercabang dan memiliki berat molukul 107-109 g/mol bergantung pada jenis tanamannya. Pati terbentuk dari monomer-monomer glukosa. Berikut struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 1 dan struktur amilopektin pada Gambar 2.



Gambar 1. Struktur rantai linier dari molekul amilosa.



Gambar 2. Struktur molekul amilopektin.

Hasil penelitian (Xu *et al.*, 2013) dua varietas pati jaguung yang di peroleh dari pertanian *Southern States* dan *Pioneer* memiliki kandungan amilosa masing masing sebesar 19,9% dan 26,9%. Pada penelitian lain kandungan amilosa dari varietas pati jagung yang berbeda berkisar antara 16,9% dan 21,3% (Sandhu *et al.*, 2007).

## 2.2. Modifikasi Pati

Secara umum, pati terbagi menjadi dua kelompok yaitu pati alami dan pati termodifikasi. pati alami memiliki kekurangan yang sering menghambat aplikasinya di dalam proses pengolahan pangan, sehingga diperlukan modifikasi terhadap pati untuk menutupi kekurangannya. Pati termodifikasi adalah pati yang gugus OH-nya telah mengalami perubahan reaksi kimia (Munawaroh, 1998). Modifikasi adalah pati yang gugus hidroksinya telah mengalami perubahan dengan reaksi kimia yang dapat berupa esterifikasi, eterifikasi, atau oksidasi. Pati yang telah termodifikasi akan mengalami perubahan sifat yang dapat disesuaikan untuk keperluan-keperluan tertentu. Modifikasi dapat dilakukan dengan berbagai metode yaitu :

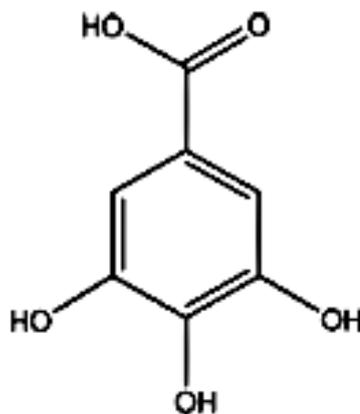
1. Modifikasi asam akan dihasilkan pati dengan sifat-sifat sebagai berikut, afinitas iodin yang rendah, viskositas yang rendah, kurang terjadinya pengembangan granula pada gelatinisasi sehingga meningkatkan kelarutan dalam air panas dibawah suhu gelatinisasi, berat molekul yang rendah. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti diperoleh bahwa dengan peningkatan modifikasi asam akan menurunkan viskositas pasta panas dan menurunkan kekerasan dan kekuatan penghancuran gel dimana kecepatan penurunan viskositas lebih cepat dari penurunan kekerasan dan penghancuran gel. Kekuatan pembentuk gel meningkat dengan peningkatan konsentrasi.
2. Modifikasi dengan enzim  $\alpha$ -amilase diperoleh pati dengan sifat sebagai berikut, viskositas yang stabil pada suhu tinggi dan rendah, berat molekul yang rendah, pembentukan gel yang baik. Hidrolisis ini dapat terjadi karena  $\alpha$ -amilase dapat mendegradasi granula pati. Ukuran granula dapat mempengaruhi kecepatan hidrolisis, karena makin kuat permukaan makin besar jumlah  $\alpha$ -amilase yang terabsorpsi maka hidrolisis akan makin cepat dan prosentase hidrolisis akan makin tinggi.
3. Pati modifikasi "*cross-linking*" mempunyai sifat sebagai berikut, viskositas tinggi dan ketahanan geser yang baik. Penambahan "*cross-linking agent*" dapat menghambat pengembangan granula untuk stabilitas viskositas ini disebabkan terbentuknya ikatan-ikatan (jembatan) baru antar molekul di dalam pati itu sendiri atau antar molekul pati yang satu dengan molekul pati yang lain.
4. Modifikasi pati dengan oksidasi diperoleh sifat pat sebagai berikut, gel yang mempunyai tingkat kejernihan yang tinggi, mempunyai tingkat regangan yang rendah, berat molekul yang rendah, viskositas yang rendah. Modifikasi oksidasi dengan menggunakan hidrogen peroksida. Reaksi ini dipengaruhi oleh adanya ultra violet, katalis, disamping itu juga dipengaruhi oleh pH, waktu reaksi dan konsentrasi oksidan yang dipergunakan.

Modifikasi pati diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan fungsional dari pati alami. Salah satu cara modifikasi pati secara fisik yang dapat dilakukan

untuk mengubah sifat-sifat pati adalah dengan metode *Free Radical Grafting (FRG)*.

### 2.3. Asam Galat

Asam galat (3, 4, 5-trihydroxybenzoic acid) adalah senyawa fenolik antioksidan yang diekstrak dari tanaman, khususnya tanaman teh hijau (Lu *et al.*, 2006), yang secara luas digunakan dalam makanan, obat-obatan, dan kosmetik. asam galat mampu bereaksi dengan radikal bebas peroksi dan hidropoksi yang terbentuk dari reaksi oksidasi. Radikal asam galat yang terbentuk distabilkan melalui interaksi dua ikatan hidrogen pada posisi ortho (Badhani *et al.*, 2015). Struktur asam galat memiliki gugus fungsi –OH yang mampu bereaksi dengan radikal bebas sehingga menghindari proses oksidasi lebih lanjut. Gugus fungsi dalam struktur asam galat yang bertanggung jawab memberikan aktivitas antioksidan adalah 3 gugus hidroksil. Struktur asam galat dapat dilihat pada Gambar 3.



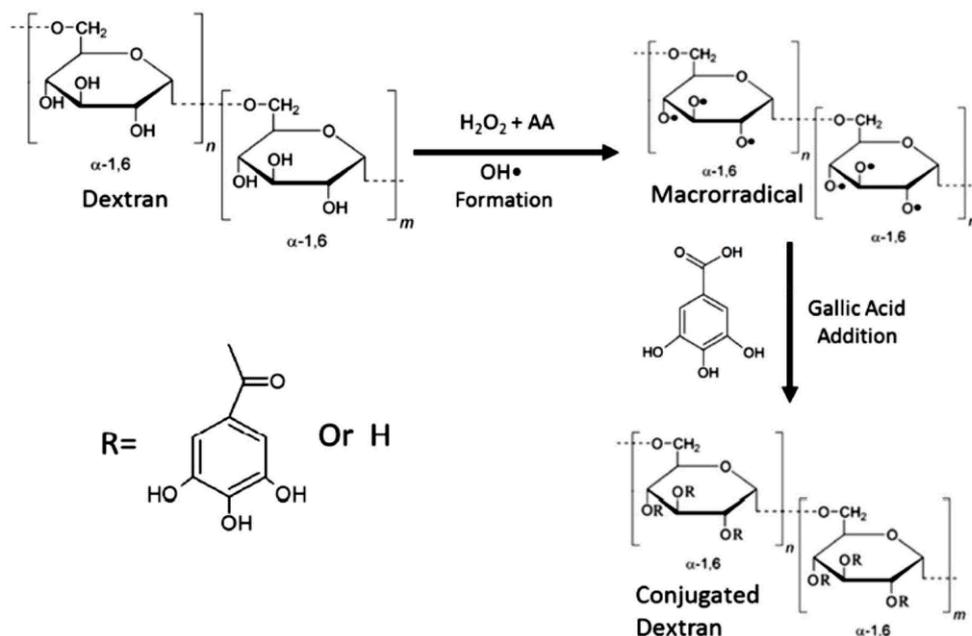
Gambar 3. Struktur kimia asam galat

Asam galat merupakan salah satu senyawa fenol yang memiliki aktifitas antijamur, antivirus, memiliki kemampuan sitotoksik melawan sel kanker tanpa merusak sel tubuh lainnya, antioksidan dan agen antikarsinogenik. Asam galat juga memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang lebih kuat dari trolox, suatu analog dari vitamin E yang larut dalam air. Asam galat ditemukan baik dalam

keadaan bebas atau sebagai konstituen tanin, yaitu galotannin. Asam galat dan turunannya terdapat di hampir setiap bagian tanaman, seperti kulit kayu, kayu, daun, buah, akar, dan biji (Fitzpatrick *et al.*, 2017)

#### 2.4. Free Radical Grafting (FRG)

*Free Radical Grafting* (FRG) merupakan metode untuk menghasilkan konjugasi antara polisakarida dan senyawa fenolik dengan menggunakan sistem inisiator redoks. Konjugat polisakarida-polifenol disintesis menggunakan pasangan redoks asam askorbat dan  $H_2O_2$  (Curcio *et al.*, 2009). Pasangan redoks tersebut bereaksi membentuk askorbat dan radikal hidroksil, kemudian radikal hidroksil menyerang atom-H pada rantai samping molekul polisakarida sehingga terbentuknya polisakarida makro-radikal, yang selanjutnya bereaksi dengan gugus cincin pada polifenol untuk membentuk ikatan kovalen. Secara spesifik, bahwa radikal hidroksil yang dihasilkan oleh interaksi antara komponen pasangan redoks, dapat menyerang atom-H pada rantai samping R-metilena ( $CH_2$ ) atau gugus hidroksil (OH) dari gugus hidrosimetilen polisakarida. Proses konjugasi pati dengan asam galat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses konjugasi pati dengan asam galat

Metode *grafting* merupakan metode yang sering digunakan untuk memodifikasi bahan polimer untuk mendapatkan sifat –sifat tertentu yang diinginkan dari suatu polimer. Metode *grafting* memiliki beberapa jenis teknik *grafting* yaitu *grafting* dengan kopling kaboimida, *grafting* katalis enzim, *free radical grafting* dan *grafting* elektrokimia. Metode *free radical grafting* ini memiliki beberapa keuntungan seperti proses yang lebih mudah, ramah lingkungan, memiliki sifat toksisitas yang rendah dan ramah lingkungan, dan reaksi berlangsung cepat. Curcio *et al.* (2009). Kelebihan dari menggunakan metode *Free Radical Grafting* (FRG) dalam mengkonjugasikan pati jagung dengan *quercetin* membentuk ikatan kovalen sehingga dihasilkan senyawa yang memiliki beberapa kelebihan yaitu antioksidan yang tinggi, menghambat terbentuknya radikal bebas, serta memiliki potensi mencegah penyakit diabetes dan Alzheimer.

Metode *free radical grafting* memerlukan suatu inisiator yang memiliki peran penting agar terjadi reaksi dan peningkatan terhadap sifat bioaktif bahan. Asam askorbat dan hidrogen peroksida merupakan sistem inisiator yang sering digunakan kerana memiliki beberapa kelebihan yaitu suatu reagen yang murah di bandingkan dengan karboimida dan enzim, toksisitas yang lebih rendah dibandingkan dengan pereaksi karboimida, dan dapat direaksikan pada suhu ruang untuk menghindari degradasi dan oksidasi fenol. Oleh karena itu metode *grafting* dengan inisiator asam askorbat dan hidrogen peroksida lebih ekonomis dan ramah lingkungan dari pada metode karboimida, selain itu metode *grafting* juga dapat menghindari oksidasi asam fenolik yang terjadi selama proses katalis enzim (liu *et al.*, 2017).

## **2.5. Daya Kembang (Swelling Power)**

Daya kembang merupakan kenaikan volume dan berat maksimum pati selama mengalami pengembangan di dalam air. Daya kembang menunjukkan kemampuan pati untuk mengembang dalam air. Daya kembang yang tinggi berarti semakin tinggi pula kemampuan pati mengembang dalam air. Nilai daya kembang

perlu diketahui untuk memperkirakan ukuran atau volume wadah yang digunakan dalam proses produksi sehingga jika pati mengembang, wadah yang digunakan masih bisa menampung pati tersebut (Suriani, 2008).

Daya kembang pati tergantung pada kapasitas molekul pati untuk menahan air dengan ikatan hidrogen. Setelah glatinisasi ikatan molekul hidrogen yang putus pada pati akan digantikan oleh ikatan hidrogen air.

Kandungan amilosa dan amilopektin dianggap sebagai faktor utama yang menstabilkan struktur gel untuk menahan air (Partria dkk., 2021). Daya kembang dan kelarutan dapat digunakan untuk menilai interaksi antara rantai pati dalam bagian amorf dan kristalin dari granula pati. Daya kembang berbagai varietas jagung pati jagung berkisar antara 13,8-20,7 g/g (Sandhu *et al.*, 2007). Menurut Kusumayanti (2017) daya kembang dipengaruhi oleh karakteristik amilosa dan amilopektin. Tepung singkong memiliki daya kembang yang tinggi karena memiliki amilopektin yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kentang.

## **2.6. Kelarutan (Solubility)**

Kelarutan (solubility) menunjukkan indikasi tingkat kemudahan suatu tepung untuk dapat larut dalam air. Kelarutan yang tinggi mengindikasikan bahwa tepung lebih mudah larut dalam air dan sebaliknya. Hal ini disebabkan partikel-partikel yang tidak larut dalam air akan lebih sedikit yang didispersikan. Semakin tinggi kelarutan, maka semakin bagus kualitas tepung tersebut (Janathan, 2007).

Kandungan amilosa dan amilopektin dianggap sebagai faktor utama yang menstabilkan struktur gel untuk menahan air. Oleh karena itu, semakin tinggi kandungan amilosa, maka semakin padat butiran pati dan pati akan semakin sulit untuk meluap keluar dari butiran sehingga menurunkan nilai kelarutan (Partria dkk., 2021).

Berdasarkan hasil penelitian Sandhu *et al.* (2007) kelarutan dari berbagai varietas pati jagung berkisar antara 9,7-15%. Menurut Murdianto dkk. (2019) peningkatan kelarutan pati disebabkan karena melemahnya struktur granula pati sehingga

mudah terjadinya *leaching* amilosa. Selama proses gelatinisasi, ketika dipanaskan dengan air granula pati akan menyerap air dan membengkak sehingga amilosa pada pati akan terlepas dan larut. Kelarutan menunjukkan jumlah molekul pati terlarut pada suhu tertentu.

## **2.7. Daya Serap Air (WAC)**

Daya serap air (*water absorption*) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pati. Daya serap air merupakan kemampuan pati dalam menyerap air. Daya serap air dipengaruhi oleh ukuran partikel, kadar air dan perbedaan kandungan bahan kimia serta struktur pada pati. Kapasitas penyerapan air merupakan suatu kemampuan pati dalam menahan dan menyerap air dalam suatu sistem pangan. Kapasitas penyerapan air dapat menentukan jumlah air yang tersedia untuk proses gelatinisasi pati selama pemasakan.

Daya serap air merupakan pengujian yang menentukan jumlah pelarut air yang dapat terserap oleh matriks jaringan protein sampel terhadap satuan waktu. Daya serap air dipengaruhi oleh adanya gugus hidroksil yang terdapat molekul pati. Bila jumlah molekul pati sangat besar, maka kemampuan pati dalam menyerap air juga akan semakin besar (Alsuhendra dan Riawati, 2009). Gugus hidroksil pati terletak pada salah satu ujung rantai amilosa dan amilopektin yang berperan dalam penarikan gugus hidrogen dari air (Pangesti dkk., 2014).

Prinsip pengujiannya adalah menentukan jumlah air yang terserap pada sampel melalui selisih air yang ditambahkan dengan jumlah air yang tersisa dengan melakukan sentrifugasi larutan sampel yang sudah menyerap air (Khattab dan Arntfield, 2009). Berdasarkan hasil penelitian Xu *et al.* (2013) daya serap air dua varietas pati jagung berkisar 76,1% untuk pati jagung *Pioneer* dan 77,9% pati jagung *Southern States*. Perbedaan penyerapan air diantara dua varietas jagung tersebut berkaitan dengan struktur pati dan interaksi antara rantai pati dan air. Pati yang memiliki struktur kristalin yang padat akan mengikat lebih sedikit air,

sehingga penyerapan air pada pati jagung yang memiliki struktur kristalin yang padat akan menghasilkan penyerapan air yang lebih rendah.

## **2.8. Daya Serap Minyak (OAC)**

Daya serap minyak merupakan pengujian yang menentukan jumlah pelarut minyak yang dapat terserap oleh matriks sampel terhadap satuan waktu. Prinsip pengujiannya adalah menentukan jumlah minyak yang terserap pada sampel melalui selisih air yang ditambahkan dengan jumlah minyak yang tersisa dengan melakukan sentrifugasi larutan sampel yang sudah menyerap minyak (Khattab dan Arntfield, 2009). Daya serap minyak merupakan salah satu parameter pengukuran yang penting bagi pati, karena minyak dapat berpotensi sebagai mempertahankan dan meningkatkan rasa dimulut dalam makanan (Diniyah dkk., 2018). Winarti dkk. (2014) menyatakan bahwa kemampuan pati dalam menyerap minyak ditentukan oleh bagian lipofilik pada pati. Semakin tinggi kandungan amilosa, maka semakin tinggi juga penyerapan minyak oleh pati.

Menurut Hutasoit (2017) penurunan daya serap minyak pada tepung ubi jalar ungu disebabkan karena tepung ubi jalar ungu memiliki kandungan amilopektin yang tinggi maka jumlah air yang terperangkap dalam granula pati pada saat terjadi gelatinisasi juga lebih besar. Kemampuan penyerapan minyak pada pati termodifikasi dipengaruhi oleh kemampuan granula dalam merubah struktur pada pati sehingga karakteristiknya berubah. Pecahnya granula pati akan membuat struktur yang bersifat hidrofobik pada granula, yang awalnya berada di bagian dalam menjadi terbuka dan keluar, menyebabkan pati memiliki kemampuan mengikat minyak. Selain itu peningkatan penyerapan minyak juga dipengaruhi oleh adanya kandungan protein dan lipid pada pati (Diniyah dkk., 2018).

## **2.9. Derajat Putih**

Warna merupakan atribut penampilan yang penting pada suatu produk dalam industri makanan yang menentukan tingkat penerimaan konsumen. Hal ini karena seseorang pada umumnya menetapkan pilihan awal pada suatu produk

berdasarkan pada kenampakan visual selain bentuk dan ukuran bahan pangan yang memengaruhi penilaian seseorang terhadap produk makanan (Pangastuti dkk., 2013). Warna dapat memberikan petunjuk mengenai perubahan mengenai perubahan bahan kimia dalam makanan seperti pencoklatan. Pengukuran yang umum dilakukan untuk menentukan kecerahan pada warna tepung yaitu derajat putih. Derajat putih merupakan salah satu penilaian mutu bahan pangan berbentuk tepung khusus pada pati. Derajat putih merupakan daya memantulkan cahaya yang mengenai permukaan sampel. Semakin putih warna tepung, maka semakin tinggi pula tingkat penerimaan konsumen terhadap tepung pati jagung.

Pengukuran derajat putih dilakukan dengan menggunakan *colour reader*. *Colour reader* adalah alat pengukuran warna yang didesain dengan 3 reseptor sehingga dapat membedakan warna terang dan gelap. warna bahan diukur dalam unit LAB. *Colour reader* dikalibrasi dengan menggunakan *plate* kalibrasi berwarna putih, kemudian sampel dilatakan pada tempat pengukuran sampel, kemudian ditekan tombol start sehingga diperoleh nilai  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$  pada sampel.  $L^*$  menandakan gelap atau terangnya kecerahan warna sampel, sedangkan  $a^*$  dan  $b^*$  merupakan koordinat *chromacity*, yang menunjukkan arah warna. Nilai  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$  yang diperoleh berdasarkan perbedaan intensitas warna pati jagung.  $L^*$  dinyatakan sebagai kecerahan sampel dengan kisaran 0-100, semakin tinggi nilai  $L^*$  maka semakin tinggi tingkat kecerahan pada sampel.  $a^*$  menyatakan warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai 0 sampai 100 untuk warna merah dan nilai -80 sampai 0 untuk hijau.  $b^*$  menyatakan warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai 0 sampai 70 untuk warna kuning dan -70 sampai 0 untuk warna biru.

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 sampai dengan Desember 2021.

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

Bahan utama yang digunakan yaitu pati jagung (Sigma), asam galat,  $H_2O_2$  *food grade*, asam askorbat (Sigma), aquades dan  $Fe_2SO_4$ . Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu aquades dan minyak goreng.

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini antara lain neraca analitik, sentrifius, mikro pipet, oven, pipet tip, tabung sentrifuse, spatula, aluminium foil, loyang, *magnetic stirrer*, penjepit, karet gelang, ember, *Erlenmeyer shaker*, label, *beaker glass*, gelas ukur, Erlenmeyer, labu terukur, tabung *dialysis* D9527-100ft, vortex (H-VM-400), botol gelap tertutup, penangas air, corong, *stopwatch*, stearofoam, gunting, penggaris, tabung reaksi,

#### **3.3. Metode Penelitian**

Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non-faktorial dengan 5 perlakuan dan empat kali ulangan. Pada penelitian ini terdapat lima perlakuan pati-asam galat yang terdiri dari pati-asam galat 0%, pati-asam

galat 0,5%, pati-asam galat 1%, pati-asam galat 1,5%, dan pati-asam galat 2%.  
Formula pati jagung dan asam galat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula pati jagung dan asam galat

Formula	Konsentrasi Asam Galat (per berat pati)	Berat Pati Jagung (gram)	Berat Asam Galat (gram)	Metode FRG
P1	0%	25	0	Ya
P2	0,5%	25	0,125	Ya
P3	1%	25	0,25	Ya
P4	1,5%	25	0,375	Ya
P5	2%	25	0,5	Ya
PM	-	25	-	Tidak

Keterangan : P1 : Penambahan asam galat konsentrasi 0% terhadap berat pati jagung  
P2 : Penambahan asam galat konsentrasi 0,5% terhadap berat pati jagung  
P3 : Penambahan asam galat konsentrasi 1% terhadap berat pati jagung  
P4 : Penambahan asam galat konsentrasi 1,5% terhadap berat pati jagung  
P5 : Penambahan asam galat konsentrasi 2% terhadap berat pati jagung  
PM :Perlakuan pati murni tanpa asam galat dan proses *free radical grafting*

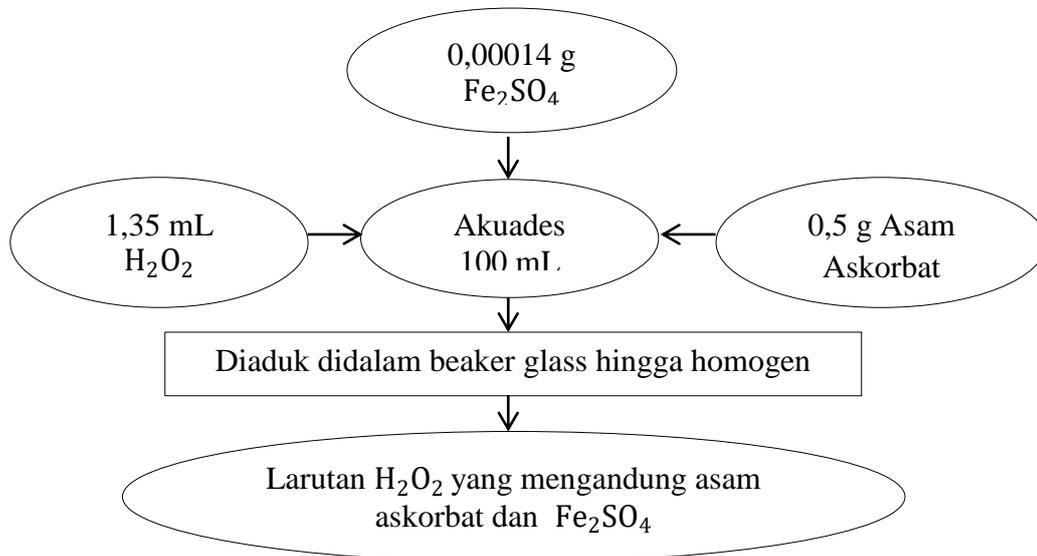
Kehomogenan data diuji dengan uji *Barlett* dan kemenambahan data diuji dengan uji *Tuckey*. Data dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikan untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan data dianalisis lebih lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1. Pembuatan Senyawa Sumber Radikal

Persiapan awal pembuatan senyawa radikal dengan larutan  $H_2O_2$  yang mengandung asam askorbat dengan mengikuti metode yang digunakan Cirillo *et al.* (2012) yang dimodifikasi. Larutan  $H_2O_2$  *food grade*,  $Fe_2SO_4$ , aquades, dan asam askorbat dimasukkan kedalam *beaker glass*, kemudian diaduk hingga larut.

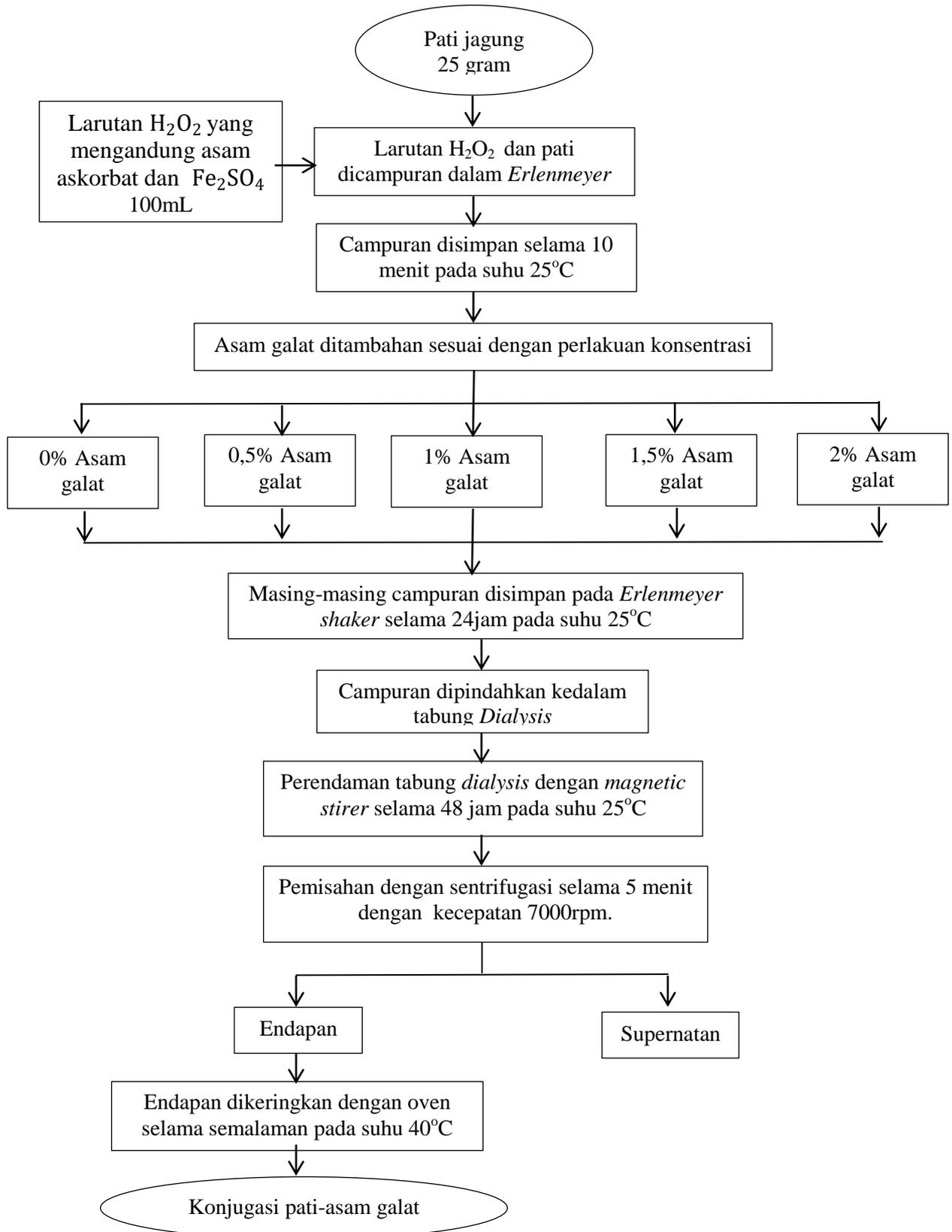
Diagram alir proses pembuatan larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang mengandung asam askorbat dan  $\text{Fe}_2\text{SO}_4$  dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses pembuatan senyawa sumber radikal Cirillo *et al.* (2012) dengan modifikasi.

### 3.4.2. Persiapan Sintesis Konjugat Pati-Asam Galat

Persiapan sintesis konjugat pati-asam galat dilakukan berdasarkan metode yang digunakan Cirillo *et al.* (2012) dengan sedikit modifikasi. Pati jagung sebanyak 25g dilarutkan dalam beaker glass 25 mL, dengan ditambahkan 100 mL Aquades yang mengandung 1,35 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  : 1,0 M:  $\text{Fe}_2\text{SO}_4$  0,0014 g dan asam askorbat 0,5 g kemudian didiamkan selama 10 menit. Asam galat ditambahkan ke dalam campuran dengan perbandingan persentase pati-asam galat masing-masing 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2%. Campuran diletakkan dalam Erlenmeyer dan ditaruh pada erlenmeyer shaker pada suhu  $25^\circ\text{C}$  selama 24 jam kecepatan 200rpm, kemudian dimasukkan ke dalam tabung *dialysis* (MWCD : 14.000) dan direndam didalam wadah yang berisi aquadest di magnetic stirer pada suhu  $20^\circ\text{C}$  selama 48 jam. Pergantian aquades dilakukan setiap 24 jam. Larutan yang telah diperoleh selanjutnya disentrifugasi selama 5 menit dan dikeringkan dengan pengering oven pada suhu  $40^\circ\text{C}$ . Diagram alir proses pembuatan konjugat pati-asam galat dengan metode *Free Radical Grafting (FRG)* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Persiapan sintesis konjugat pati-asam galat menggunakan metode *free radical grafting* dengan sedikit modifikasi.  
Sumber : Cirillo *et al.* (2012)

### 3.5. Pengamatan

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap total fenol, daya kembang, kelarutan, daya serap air, daya serap minyak, dan derajat putih.

#### 3.5.1. Pengujian Total Fenol

Pengujian total fenol yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan metode Ismail *et al.* (2012). Tahapan yang dilakukan pada analisis total fenol diawali dengan menyiapkan konjugat pati-asam galat (sampel) sebanyak 0,2 mL ditambah dengan 0,2 mL aquades dan 0,2 mL reagen folin ciocalteu, dan kemudian di vortex selama 1 menit. Setelah itu, campuran ditambahkan dengan 4 mL larutan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 2% dan di vortex kembali selama satu menit lalu didiamkan dalam ruang gelap pada suhu kamar selama 30 menit. Selanjutnya, absorbansi dibaca pada panjang gelombang 760 nm.

Hasilnya diplotkan terhadap kurva standar asam galat dengan menggunakan persamaan regresi linier. Hubungan antara konsentrasi asam galat dinyatakan sebagai sumbu x dan besarnya absorbansi hasil reaksi asam galat dengan pereaksi folin ciocalteu dinyatakan sebagai sumbu y. Pembuatan kurva standar fenol dibuat dengan cara menimbang 10 mg bubuk asam galat kemudian dilarutkan dalam 100 mL aquades. Selanjutnya, dibuat seri pengenceran 0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, dan 2 ppm lalu dilakukan perlakuan seperti sampel. Hasil yang diperoleh diplotkan pada kurva standar, yaitu :

$$y = ax + c$$

Keterangan :

y = Absorbansi sampel

x = Konsentrasi ekuivalen asam galat

a = Gradien

c = Intersef

### 3.5.2. Analisis Daya Kembang dan Kelarutan Pati

Analisis daya kembang dan kelarutan sampel telah ditentukan dengan menggunakan metode Leach *et al.* (1959). Larutan pati 1% berat / volume dalam aquades dipanaskan dalam *water bath shaker* selama 30 menit pada suhu 85 ° C. Suhu penangas air 85 ° C dipilih karena pada suhu pemanasan ini, pati mulai mengental dan menjadi tembus cahaya. Tabung centrifuge ditutup dengan penutup plastik saat dipanaskan untuk mencegah kehilangan air. Setelah pemanasan, sampel disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Pasta yang diendapkan dipisahkan dari supernatan dan ditimbang ( $W_p$ ). Keduanya pasta yang diendapkan dan supernatan dikeringkan pada suhu 105 ° C selama 5 jam dan selanjutnya berat pasta endapan kering ( $W_{ps}$ ) dan supernatan kering ( $W_s$ ) dicatat. Daya kembang didefinisikan sebagai rasio pati bengkak setelah sentrifugasi untuk mengeringkan pati bengkak. Kelarutan didefinisikan sebagai persentase padatan terlarut kering dalam supernatan ke berat kering seluruh sampel pati ( $W_o$ ).

$$\text{Daya kembang} = W_p / W_{ps} \times 100\%$$

$$\text{Kelarutan} = (W_s / W_o) \times 100\%$$

Keterangan:  $W_p$  = Berat endapan pasta sebelum dikeringkan(g)  
 $W_{ps}$  = Berat endapan pasta setelah dikeringkan (g)  
 $W_s$  = Berat padatan terlarut disupernatan setelah dikeringkan (g)  
 $W_o$  = Berat awal sampel kering pati (g)

### 3.5.3. Daya Serap Air (WAC)

Sebanyak 0,5 g sampel pati jagung diletakkan dalam tabung, kemudian ditambahkan aquades sebanyak 5 ml menggunakan micropipet. lalu di vortex selama 1 menit, kemudian dilakukan pendiaman selama 30 menit pada suhu ruang. Lalu disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 3.500 rpm selama 10 menit dan selanjutnya dilakukan pemisahan sepernatan dan ditimbang (Ntau dkk., 2017).

Daya serap air dihitung menggunakan persamaan:

$$\% \text{ DSA} = \frac{B-A}{A} \times 100\%$$

Keterangan: A = Berat sampel sebelum direndam  
B = Berat Sampel setelah direndam

#### 3.5.4. Daya Serap Minyak (OAC)

Sebanyak 0,5 g sampel pati jagung diletakkan dalam tabung, kemudian ditambahkan minyak goreng sebanyak 5 ml menggunakan micropipet. lalu di vortex selama 1 menit, kemudian dilakukan pendiaman selama 30 menit pada suhu ruang. Lalu disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 3.500 rpm dan selanjutnya dilakukan pemisahan sepernatan dan ditimbang, kapasitas penyerapan minyak dinyatakan sebagai persentase berat minyak yang diserap oleh pati menggunakan persamaan :

$$\% \text{ DSM} = \frac{B-A}{A} \times 100\%$$

Keterangan: A = Berat sampel sebelum direndam  
B = Berat Sampel setelah direndam

#### 3.5.5. Derajat Putih

Penentuan derajat putih dilakukan menggunakan *colour reader*. Sebelum digunakan *colour reader* dikalibrasi terlebih dahulu dengan standar. Sejumlah sampel diletakkan dalam cawan, kemudian pilih sistem L, a\*, b\* pada *colour reader*. Lalu dekat kan *colour reader* pada sampel untuk mengetahui nilai L, a\*, dan b\*. Pengukuran diulangi sebanyak 3 kali, dengan melakukan langkah yang sama pada masing masing sampel. Nilai L, a\*, dan b\* di catat. Data L, a\*, dan b\* dapat digunakan untuk menghitung derajat putih (tingkat keputihan) dari sampel dengan menggunakan persamaan:

$$\text{DP} = 100 - [(100-L)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

Keterangan : DP = Derajat Putih  
L = Nilai kecerahan  
a\* = Nilai warna kromatik merah-hijau  
b\* = Nilai warna kromatik biru-kuning

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil Penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Asam galat yang dikonjugasikan dengan pati jagung dengan metode FRG tidak berpengaruh terhadap daya kembang, kelarutan, daya serap air, dan daya serap minyak tetapi berpengaruh terhadap derajat putih.
2. Formulasi asam galat 2% terhadap berat pati jagung menghasilkan daya kembang 5,158%, kelarutan 0,084%, daya serap air 75,30%, daya serap minyak 80,10%, dan derajat putih 89,6%.

### **5.2. Saran**

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini adalah perlu dilakukan uji lanjut mengenai sifat organoleptik untuk mengetahui apakah produk diterima oleh konsumen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alam, N., dan Nuraeni. 2008. Komposisi Kimia dan Sifat Fungsional Pati Jagung Berbagai Varietas yang Diekstrak dengan Pelarut Natrium Bikarbonat. *J. Agroland*. 15(2): 89 – 94.
- Alsuhendra dan Ridawati. 2009. Pengaruh Modifikasi secara pregelatinisasi, asam, dan enzimatis terhadap sifat fungsional tepung ubi gembili (*Dioscorea Esculenta*). *Jurnal PS Tata Boga Jurusan IKK FT UNJ*. 2(1):4-5.
- Badhani, B., Sharma, N., and Kakkar, R., 2015. Gallic Acid: a Versatile Antioxidant with Promising Therapeutic and Industrial Applications. *RSC Adv* 5, 27540-27557.
- Batey, I. L. and Curtin B. M. 2000. Effect on pasting viscosity of starch and flour from different operating condition for rapid visco analyser. *Cereal Chemistry*, 77 (6): 754-760.
- Cirillo, G., Puoci, F., Iemma, F., Curcio, M., Parri, O.I., Spizzirri, U.G., Altimari, I., and Picci, N. 2012. Starch-Quercetin Conjugate by radical grafting: Synthesis and Biological Characterization. *Pharm Dev Technol*. 17(4):66-76.
- Curcio, M., Puoci, F., Iemma, F., Parri, O.I., Cirillo, G., Spizzirri, U.G., and Picci, N. 2009. Covalent Insertion of Antioxidant Molecules on Chitosan by a Free Radical Grafting Procedure. *Journal Agriculture Food Chem*. 57(13): 5933-5938.
- Balogopalan, C. G., Patmaja, S. K., Nanda and Moorthy. Industry. *CRC Press, Inc.* Boca Raton Florida.
- Dewi, N. S., Parnanto, N. H. R., dan Ridwan, A. 2012. Karakteristik sifat fisikokimia tepung bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) Dimodifikasi secara asetat dengan variasi konsentrasi asam asetat selama perendaman. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 5(2). 104-112.
- Diniyah, N., Subagio, A., Nur, R., Sari, L., dan Yuwana, N. 2018. Sifat Fisikokimia Dan Fungsional Pati Dari Mocaf (Modified Cassava Flour) Varietas Kaspro Dan Cimanggu. *Agrointek*, 15(2):80–90.

- Fitzpatrick, L.R., dan Woldemariam, T. 2017. Small-molecule drugs for the treatment of inflammatory bowel disease. *Comprehensive Medicinal Chemistry III*. 5(3);495–510.
- Hidayat, Beni., Nurbani, K., dan Surfiana. 2009. Karakterisasi Tepung Ubi Kayu Modifikasi Yang Diproses Menggunakan Metode Prigelatinisasi Parsial (Characterization of Modified Cassava Flour Processed Through Partial Pregelatinisation Method). *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 14(2):56-63.
- Hildayanti. 2012. *Studi Pembuatan Flakes Jewawut (Setaria Italica)*. (Skripsi). Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas. Hasanuddin Makasar. Makasar.
- Hutasoit, M. S. 2017. *Pengaruh perendaman dalam asam sitrat dan blanching terhadap mutu fisik, kimia dan fungsional tepung ubi jalar ungu dan aplikasinya dalam pembuatan cake*. (Tesis). Program Studi Magister Ilmu Pangan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan.
- Janathan. 2007. *Karakteristik Fisikokimia Tepung Bekatul serta Optimasi Formula dan Pendugaan Umur Simpan Minuman Campuran Skim dan Tepung Bekatul* (Skripsi) Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Jayusmar, E., Trisyulianti dan Jachja, J. 2002. Pengaruh Suhu dan Tekanan Pengempaan Terhadap Sifat Fisik Ransum dari Limbah Pertanian Sumber Serat dan Leguminosa untuk Ternak Ruminansia. *Media Peternakan*. 24:76-80.
- Juliano, B.O., 1994. Criteria and test for rice grain quality. In: *Rice Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- Kartikasari, S. N., Sari, P., dan Subagio, A, 2016. Karakteristik Sifat Kimia, Profil Amilografi (RVA) dan morfologi granula (SEM) pati singkong termodifikasi secara biologis. *Jurnal Agroteknologi*. 20 (1).12-24
- Khattab, R. Y. and Arntfield, S. D. 2009. Fuctional Properties of Raw and Processes Canola Meal. *LWT-Food SCI Technol*. 42(2): 1119-1124.
- Koswara, S. 2006. Sukun Sebagai Cadangan Pangan Alternatif. [http ://www. Ebookpangan.com](http://www.Ebookpangan.com). Diakses tanggal 15 Desember 2020
- Koswara, S. 2009. Teknologi Modifikasi Pati. [Ebookpangan.com](http://www.Ebookpangan.com)
- Kusumayanti, H., Handayani, N. A., dan Santosa, H. 2015. Swelling power and water solubility of cassava and sweet potatoes flour. *Procedia Environmental Sciences*. 23(15):164-167.

- Leach, H. W., Cowen, Mc. L. D., and Schoch, T. J. 1959. Structure of the Starch granule. I. Swelling and Solubility Patterns of Variouse Starchhes. *Cereal Chem.* 36 534-544.
- Liu, J., Pu, H., Liu, S., Kan, J., and Jin, C. 2017. Synthesis, Characterization, bioactivity and Potential Application of Phenolic Acid Grafted chitosan: A review. *Carbohydrate Polimers.* 174(2017):999-1017.
- Medikasari, Nudjanah, S., Yuliana, N. dan Lintang, N. 2009. Sifat Amilografi Pasta Pati Sukun Termodifikasi Menggunakan Sodium Tripolifosfat. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian.* 14(2): 173-177.
- Mir, S. A., Bosco, S. J. D., Basir, M., Shas, M. A., and Mir, M. M. 2017. Physicochemical and Structural Properties of Starches Isolated from Corn Cultival Grown in Indian Temperate Climate. *Journal of Food Propeties.* 20(4): 821-832.
- Munawaroh, Farida. 1998. *Kajian Pengaruh Suhu dan Waktu Hidrolisis Asam Terhadap Sifat Pati Jagung Termodifikasa Sebagai Surface Sizing.* Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Murdianto, W., Syahrumsyah, H., dan Tanri, S., 2014. Formulasi Labu Kuning ( *Curcubita moschata*) dan Kelapa Parut Terhadap Karakteristik Kimia dan Sensoris Pada Pembuatan Cookies (Skripsi) Fakultas Pertanian. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Nafi, A., Diniyah, N., dan Hastuti, F.T. 2015. Karakteristik Fisikokimia Dan Fungsional Teknis Tepung Koro Kratok (*Phaseolus Lunatus L.*) Termodifikasi Yang Diproduksi Secara Fermentasi Spontan. *Agrointek*, 9(1): 24–32.
- Ntau, L., Sumual, M. F., dan Assa, J. R. 2017. Pengaruh Fermentasi *Lactobacillus Casei* Terhadap Sifat Fisik Tepung Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Sturt*). *J. Ilmu dan Teknologi Pangan.* 5(2):11-19.
- Nwokocha, L. M., Aviara, N. A., Senan, C., Williams. and P. A. 2009. A Comparative Study of Some Properties of Cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) and Cocoyam ( *Colocasia esculenta*, Linn) Starches. *Carbohydrate Polimers.* 76(3): 362-367.
- Pamungkas, J. D., anam, K., dan Kusri, D. 2016. Penentuan Total Kadar Fenol dari Daun Kersen Segar, Kering dan Rontok (*Muntingia cakabura L.*) serta Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH. *Journal Kimia Sains dan Aplikasi.* 19(1):15-20.
- Pangastuti, H. A., Affandi, D. R. Dan Ishartani, D. 2013. Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*) dengan Beberapa Perlakuan Pendahuluan. *Jurnal Teknosains.* 2(1): 20-29.
- Pangesti, D. Y., N. H. R. Parnanto, dan R. A. Achmad. 2014. Kajian sifat fisikokimia tepung bengkuang (*Pachyrhizus erous*) dimodifikasi secara

- Heat Moisture Treatment (HMT) dengan variasi suhu. Jurnal Teknosains Pangan.* 3(3): 72-75.
- Patria, D. G. dan Sukamto, S. 2021 Rice Science and Tecnology. *Literasi Nusantara.* Malang.
- Plata-oviedo, M. and Camargo, C. 1998. Effectof acid treatments and drying processes on physico-chemical functional propertiec of cassava starch. *Journal of The Science of Food and Agriculture,* 77; 103-108
- Retnaningtyas, A. D., dan Widya, D. R. P. 2014. Karakterisasi sifat fisikokimia pati ubi jalar oranye hasil modifikasi perlakuan STTP (lama perendaman dan konsentarsi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 2(4): 68-77.
- Setiawan, I. 2009. *Pengaruh Fermentasi Spontan terhadap Sifat Fisikokimia Pati Jagung.* (Skripsi). Unila.
- Sandhu, K. S., and Singh, N. 2007. Some Properties of Corn Starches H; Physicochemical, Gelatinization, Retrogradation, Pasting and Gel Textural Properties *Food Chemistry.* 101(2007): 1499-1507.
- Santoso, B.,Pratama, F., Hamzah, B., dan Pambayun, R. 2015. Karakteristik Fisik dan Kimia Pati Ganyong dan Gadung Termodifikasi Metode Ikatan Silang. *Agritech.* 35(3):273-279.
- Suriani, A.I. 2008. *Mempelajari Pengaruh Pemanasan dan Pendinginan Berulang terhadap Karakteristik Sifat Fisik dan Fungsional Pati Garut (Marantha Arundinacea) Termodifikasi.* (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winarti, C., Richana, N., Mangunwidjaja, D., dan Sunarti, T.C. 2014. Pengaruh Lama Hidrolisis Asam Terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia Pati Garut. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian,* 24(3)218–225.
- Xu, Y., Grizzard, C., Sismour, E. N., Brardwaj, H. L., and Li, Z. 2013. Resisten Starch Content, Molecular Structure and Physicochemical Properties of Starch in Virginia-grown Corn, Potato And Mungbean. *Journal of Cereals and Oil seeds.* 4(13): 10-18.
- Zuhra, C. F., Ginting, M., Marpongahtun dan Syufiatun, A. 2016. Modifikasi Pati Sukun dengan Metode Ikat Silang Menggunakan Trinatrium Trimetafosfat. *Chimica et Natura Acta.* 4(3): 142-146.
- Zhou, Y., Shaohua. M., Deyi, C., Xiping. Z., and Huaibo. Y. 2014. Structure Characterization and Hypoglycemic Effects of Dual Modified Resistant Starch from Indica Rice Starch. *Journal of Carbohydrate Polymers,*103: 81– 86.