# PENGARUH PROPORSI KUNYIT, KAYU MANIS DAN DAUN JAMBU BIJI YANG DIKONJUGASIKAN PADA NASI MENGGUNAKAN METODE *FREE RADICAL GRAFTING* (FRG) TERHADAP DAYA CERNA PATI NASI

(Skripsi)

**Oleh**

**Esra Ivani Siringo Ringo**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**
**FAKULTAS PERTANIAN**
**UNIVERSITAS LAMPUNG**
**2021**

# ABSTRACT

## EFFECT PROPORTION OF TURMERIC, CINNAMON AND GUAVA LEAVES CONJUGATED ON RICE USING FREE RADICAL GRAFTING (FRG) METHOD ON DIGESTIBILITY OF RICE STARCH

**By**

**ESRA IVANI SIRINGO RINGO**

This research consisteds of two stages, the first stage was aims to find the best formulation using the free radical grafting method from herbal mixtures. The aim of the second stage was to compare the best treatment results among FRG herbal rice and herbal rice without FRG. A non-factorial experiment was arranged in Complete Randomized Block Design (CRBD) with a single factor in the form of six treatment levels of the proportion of herbal turmeric, cinnamon, and guava leaf each stage divided into 2 parts, the treatments included Rapidly Digestible Starch (20 minutes) and Slowly Digestible Starch (120 minutes) with a single factor in the form of six levels of proportion treatment herbal turmeric, cinnamon, and guava leaves (C1 = without herbs C2 = 1 gram of turmeric, 0.5 grams of cinnamon, 1.5 guava leaves C3 = 1.33 grams of turmeric, 0.65 grams of cinnamon 1 gram of guava leaves C4 = 1.67 grams of turmeric, 0.83 grams of cinnamon, 0.5 grams of guava

leaves C5 = 2 grams of turmeric, 1 gram of cinnamon, 0 grams of guava leaves for stage 1).

The treatments in the stage 2 were TP = No Treatment, C1 = No Herbs, C2 = 1 gram of turmeric, 0.5 grams of cinnamon, 1.5 guava leaves, C3 = 1.33 grams of turmeric, 0.65 grams of cinnamon 1 gram of guava leaves, C3M = 1.33 grams of turmeric, 0.65 grams of cinnamon, 1 gram of guava leaves. Each treatment was replicated 4 times. The homogeneity and the additivity of the data were tested using Bartlett test and Tuckey test. Analysis of variance was applied to test the effect of the treatments. The data then were tested further using the Least Significant Difference (LSD) at 5% level of significance.

The results showed that the use of the free radical grafting method was able to bind active compounds to herbal ingredients. The first phase of the research showed that the addition of the herbal mixture proportion of 2 grams of turmeric, 1 gram of cinnamon (C5). The second stage of the research showed that the addition of the proportion of herbal mixture 1.33 grams of turmeric, 0.65 grams of cinnamon, 1 gram of guava leaves (C3m) had the lowest digestibility for the second stage of research (Rapidly digestible 26.3218% and slowly digestible 46.638%) had no significant effect on the digestibility of rice starch C1.

**Keywords: Cinnamon, Guava Leaf, Rice and Turmeric**

# ABSTRAK

## PENGARUH PROPORSI KUNYIT, KAYU MANIS DAN DAUN JAMBU BIJI YANG DIKONJUGASIKAN PADA NASI MENGGUNAKAN METODE *FREE RADICAL GRAFTING* (FRG) TERHADAP DAYA CERNA PATI NASI

**Oleh**

**Esra Ivani Siringo Ringo**

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, tahap I bertujuan untuk mencari formulasi terbaik menggunakan metode *Free radical grafting* dari campuran herbal. Tahap II bertujuan untuk membandingkan hasil daya cerna perlakuan terbaik dari daya cerna antara nasi herbal FRG dengan nasi herbal tanpa FRG. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) untuk kedua tahap, dengan faktor tunggal berupa enam taraf perlakuan proporsi herbal kunyit, kayu manis, dan daun jambu biji (C1 = tanpa herbal C2 = 1 gram kunyit, 0,5 gram kayu manis, 1,5 daun jambu biji C3 = 1,33 gram kunyit, 0,65 gram kayu manis 1 gram daun jambu biji C4 = 1,67 gram kunyit, 0,83 gram kayu manis, 0,5 gram daun jambu biji C5 = 2 gram kunyit, 1 gram kayu manis, 0 gram daun jambu biji, untuk tahap 1)

(TP = Tanpa Perlakuan, C1 = Tanpa Herbal, C2 = 1 gram kunyit, 0,5 gram kayu manis, 1,5 daun jambu biji, C3 = 1,33 gram kunyit, 0,65 gram kayu manis 1 gram daun jambu biji,

C3M = 1,33 gram kunyit, 0,65 gram kayu manis, 1 gram daun jambu biji, untuk tahap 2) dengan empat ulangan. Homogenitas data diuji dengan uji Bartlet dan adivitas data diuji dengan uji Tuckey. Analisis ragam dilakukan untuk mendapatkan pendugaan ragam galat. Untuk mengetahui perbedaan antara formula data diuji lebih lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%. Penelitian tahap I menunjukkan bahwa penambahan proporsi campuran herbal 2 gram kunyit, 1 gram kayu manis (C5) memiliki daya cerna terendah untuk penelitian tahap I (*Rapidly digestible* 49,3828% dan *slowly digestible* 51,2067%) tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat daya cerna pati nasi C1 tanpa herbal. Penelitian tahap II menunjukkan bahwa penambahan proporsi campuran herbal 1,33 gram kunyit, 0,65 gram kayu manis, 1 gram daun jambu biji (C3m) memiliki daya cerna terendah untuk penelitian tahap II (*Rapidly digestible* 26,3218% dan *slowly digestible* 46,638%) tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat daya cerna pati nasi C1.

**Kata Kunci: Daun Jambu Biji, Kayu Manis, Kunyit, dan Nasi**

# PENGARUH PROPORSI KUNYIT, KAYU MANIS DAN DAUN JAMBU BIJI YANG DIKONJUGASIKAN PADA NASI MENGGUNAKAN METODE *FREE RADICAL GRAFTING* (FRG) TERHADAP DAYA CERNA PATI NASI

**Oleh**

**Esra Ivani Siringo Ringo**

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**
**2021**

| | |
|---|---|
| Judul Skripsi | : **PENGARUH PROPORSI KUNYIT, KAYU MANIS DAN DAUN JAMBU BIJI YANG DIKONJUGASIKAN PADA NASI MENGGUNAKAN METODE *FREE RADICAL GRAFTING* (FRG) TERHADAP DAYA CERNA PATI NASI** |
| Nama Mahasiswa | : *Esra Ivani Siringo Ringo* |
| No. Pokok Mahasiswa | : **1614051037** |
| Program Studi | : **Teknologi Hasil Pertanian** |
| Fakultas | : **Pertanian** |

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

| | |
|---|---|
| **Dr. Ir. Samsu Udayana Nurdin, M.Si** | **Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M. Sc** |
| NIP. 19670615 199403 1 003 | NIP. 19620720 198603 2 001 |

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

**Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.**
NIP. 19721006 199703 1 005

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

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

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

Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Fibra Nurainy, M. T. A**

2. Dekan Fakultas Pertanian

**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **11 Februari 2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Esra Ivani Siringo Ringo NPM 1614051037 .
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 materi yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung, 11 Februari 2021

Yang membuat pernyataan

Esra Ivani Siringo Ringo
NPM. 1614051037

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Palembang pada tanggal 02 April 1999, anak pertama dari dua bersaudara buah hati pasangan Bapak Efendi Siringo-ringo dan Ibu Rosulianti Sinaga. Pendidikan penulis diawali di TK El Saday, Tugumulyo diselesaikan pada tahun 2004, dilanjutkan pendidikan dasar di SD Cinta Manis, Ogan Ilir, lulus pada tahun 2010. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan menengah di SMP Cinta Manis, kemudian pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Tanjung Raja, lulus pada tahun 2016. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2016 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Pada bulan Januari-Februari 2019, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negeri Batin, Kecamatan Blambangan Umpu, Kabupaten Waykanan dengan tema "Desa Tangguh Bencana". Pada bulan Juli-Agustus 2019, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PTPN VIII Kebun Teh Ciater, Subang, Jawa Barat dengan judul "Mempelajari Proses Produksi Teh Hitam (*Camellia sinensis*secara *Orthodox* di Perkebunan Nusantara (PTPN) VIII kebun Ciater, Subang Jawa Barat". Penulis juga pernah menjadi asisten mata Kimia Dasar.

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, anugerah dan hikmat-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 Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si, selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Samsu Udayana Nurdin, M.Si, selaku pembimbing utama sekaligus pembimbing akademik atas arahan, saran, bantuan berupa bahan kimia, motivasi, dan bimbingan yang telah diberikan selama perkuliahan, proses penelitian hingga penyusunan skripsi;
4. Ibu Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc , selaku pembimbimbing kedua atas saran, motivasi dan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi;
5. Ibu Ir. Fibra Nurainy, M.TA, selaku penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini;

6. Bapak dan Ibu dosen, staff administrasi, dan laboratorium di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
7. Orang tua tercinta Bapak Efendi Siringo-ringo dan Ibu Rosulianti Sinaga serta adik tersayang Chintya Naomi Siringo Ringo yang telah memberikan dukungan, motivasi, nasihat, doa yang sangat luar biasa.
8. Sahabatku (Melin dan Agustin) atas dukungan dan semangat yang diberikan juga motivasi dari kalian, semoga kita sukses bersama.
9. Cinta dan kesetian (Nia, Dian, Eva, Kak Elisa, Kak Debo) atas dukungan dan semangat selama 4 tahun kebersamaan dan *Healing Time* di Menara Biru.
10. Dwi, Okta, Sasa, Yudit dan Rachma, atas segala bantuan, dukungan, semangat, canda tawa dan kebersamaannya.
11. Teman Satu Bimbingan (Elisa dan Diki) atas bantuan dan semangat yang selalu diberikan;
12. Teman-teman angkatan 2016 atas kebersamaan dan pengalaman yang mau dibagi bersama.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat memberikan manfaat bagi penulis pribadi dan bagi para pembaca

Bandar Lampung, 11 Februari 2021
Penulis

Esra Ivani Siringo Ringo

## DAFTAR ISI

Halaman

**DAFTAR TABEL** ..... **xiv**
**DAFTAR GAMBAR**..... **xvi**

**I. PENDAHULUAN** ..... **1**
1.1 Latar Belakang dan Masalah .....

1.2 Tujuan ..... 4

1.3 Kerangka Pemikiran ..... 5

1.4 Hipotesis ..... 7

**II. TINJAUAN PUSTAKA**……... **8**
2.1 Pati..... 8

2.2 Daya Cerna Pati…… 10

2.3 Beras…….. 11

2.4 Free Radical Grafting……. 12

2.5 Daun Jambu Biji…… ….. 13

2.6 Kunyit…….. 14

2.7 Kayu Manis…… …… 15

2.8 Diabetes Melitus..... 17

**III. BAHAN DAN METODE** ..... **19**
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... 19

3.2 Bahan dan Alat..... 19

3.3 Metode Penelitian ..... 20

3.3.1 Metode Penelitian Tahap I…….… 20

3.3.2 Metode Penelitian Tahap II……... 21

3.4 Pelaksanaan Penelitian ..... 22
3.4.1 Proses Pengeringan Bahan ……... 22
3.4.2 Penelitian Tahap I……..…...…… … 23
3.4.3 Penelitian Tahap II…….……. 25
3.4.4 Persiapan Reagen untuk Analisis…… 27
3.4.4.1 Pembuatan Larutan Asam Dinitrosalisilat…….. 28
3.4.4.2 Pembuatan Larutan Buffer Na-Fosfat pH 7……. 28
3.4.4.1 Pembuatan Larutan Enzim α-amilase…….. 28

3.5 Pengamatan……. 28
3.5.1 Penentuan Daya Cerna……. 28
3.5.2 Pembuatan Kurva Standar Larutan Glukosa……. 29
3.5.3 Analisis Daya Cerna……...… 30

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN……...… 34**
4.1 Penelitian Tahap I…… …… 34
4.1.1 *Rapidly Digestible Starch* (20 Menit) ……... 34
4.1.2 *Slowly Digestible Starch* (120 Menit)……. 35

4.2 Penelitian Tahap II…… 37
4.2.1 *Rapidly Digestible Starch* (20 Menit) …….. 37
4.2.2 *Slowly Digestible Starch* (120 Menit)…… .38

**V. KESIMPULAN DAN SARAN…….. 41**

5.1 Kesimpulan…….…… 41

5.2 Saran……..... 41

**DAFTAR PUSTAKA……. 45**
**LAMPIRAN…… 50**

## DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Komposisi Perbandingan Tepung Nasi dan Tanaman Herbal untuk tahap I…… 20
2. Komposisi Perbandingan Tepung Nasi dan Tanaman Herbal untuk tahap II……. 21
3. Data Daya Cerna Nasi Tahap I RDS (20 Menit)…… 48
4. Uji Homogenitas Daya Cerna Tahap I RDS (20 Menit)…… 48
5. Uji Tukey Daya Cerna Tahap I RDS (20 Menit)……..….. 49
6. Analisis Ragam Daya Cerna Tahap I RDS (20 Menit)…….. 49
7. Uji BNT Daya Cerna Tahap I RDS (20 Menit)……. 50
8. Data Daya Cerna Nasi Tahap I SDS (120 Menit)……. 50
9. Uji Homogenitas Daya Cerna Tahap I SDS (120 Menit)……. 51
10. Uji Tukey Daya Cerna Tahap I SDS (120 Menit)…… 51
11. Analisis Ragam Daya Cerna Tahap I SDS (120 Menit)…….. 52
12. Uji BNT Daya Cerna Tahap I SDS (120 Menit)……. 52
13. Data Daya Cerna Nasi Tahap II RDS (20 Menit)……..…. 53
14. Uji Homogenitas Daya Cerna Tahap II RDS (20 Menit)…… 53
15. Uji Tukey Daya Cerna Tahap II RDS (20 Menit)……..….. 54
16. Analisis Ragam Daya Cerna Tahap II RDS (20 Menit)……. 54

17. Uji BNT Daya Cerna Tahap II RDS (20 Menit)…… 55

18. Data Daya Cerna Nasi Tahap II SDS (120 Menit)……. 55

19. Uji Homogenitas Daya Cerna Tahap II SDS (120 Menit) …… 56

20. Uji Tukey Daya Cerna Tahap II SDS (120 Menit)…….…. 56

21. Analisis Ragam Daya Cerna Tahap II SDS (120 Menit) …… 57

22. Uji BNT Daya Cerna Tahap II SDS (120 Menit)…… 57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman


1. Struktur Amilosa…….. 9
2. Struktur Amilopektin…….. 10
3. Daun Jambu Biji……. 13
4. Kunyit……. 14
5. Kurkuminoid…….. 15
6. Kayu Manis……. 16
7. Proses Pengeringan Bahan……. 23
8. Proses Pemasakan Nasi Campuran Bahan Herbal untuk Tahap I…. 25
9. Proses Pemasakan Nasi Campuran Bahan Herbal untuk Tahap II … 27
10. Kurva Standar Glukosa…… 30
11. Pembuatan Kurva Standar Glukosa……..……..… 31
12. Analisis Daya Cerna ……..……..…… 33
13. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Daya Cerna Pati Nasi Selama 20 menit…… 35
14. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Daya Cerna Pati Nasi Selama 120 menit ……..……..……..……. 36
15. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Daya Cerna Pati Nasi Selama 20 menit…….…… 38
16. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Daya Cerna Pati Nasi Selama 120 menit……...……..……. 39
17. Penghalusan Daun Jambu Biji……. 58

18. Penghalusan Kayu Manis…… 58

19. Penghalusan Kunyit……. 58

20. Persiapan $H_2O_2$ dan Asam Askorbat…… 58

21. Perendaman Nasi dengan $H_2O_2$ dan Asam Askorbat…… 59

22. Pemasakan Nasi dengan Campuran Herbal…….. 59

23. Nasi diletakkan pada Loyang…… 59

24. Tumpukkan Loyang di letakkan pada Oven…….…..… 59

25. Nasi dihaluskan dengan Grinder……. 60

26. Nasi yang ditambahkan Aquades…… 60

27. Masa Inkubasi……. 60

28. Sampel ditambahkan Asam Dinitrosalisilat…… 60

29. Sampel dipanaskan selama 15 menit…….. 61

30. Sampel dimasukkan ke dalam Kuvert…….…… 61

31. Sampel diabsorbansi…….. 61

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Diabetes melitus (DM) adalah ganguan metabolik dari kumpulan gejala yaitu polidipsi, polifagi dan poliuri yang timbul pada seseorang karena adanya peningkatan kadar glukosa darah. DM tipe 1 terjadi karena adanya kerusakan sel beta pankreas karena sebab autoimun. Pada DM tipe ini terdapat sedikit atau tidak sama sekali sekresi insulin yang dapat ditentukan dengan level protein c-peptida, yang jumlahnya sedikit atau tidak terdeteksi sama sekali (Zafira *et al*, 2017). DM tipe 2 terjadi hiperinsulinemia tetapi insulin tidak bisa membawa glukosa masuk ke dalam jaringan karena terjadi resistensi insulin yang merupakan turunnya kemampuan insulin untuk merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan perifer dan untuk menghambat produksi glukosa oleh hati (Ndahara, 2014).

Berdasarkan data *International Diabetes Federation* (IDF) tahun 2019, Indonesia menduduki peringkat ke-6 dunia dari 10 besar negara dengan DM tertinggi. Populasi penderita DM di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 425 juta jiwa. Gejala umum yang ditimbulkan pada penderita DM antara lain sering buang air, terdapat gula pada air seni, sering merasa haus yang berlebihan, sering merasa lapar, kekurangan energi, mudah lelah dan berat badan terus menurun (Prameswari dan

Widjanarko, 2014). Banyak masyarakat Indonesia menderita DM, salah satunya karena mengonsumsi karbohidrat berupa nasi yang menjadi makanan pokok.

Nasi yang dikonsumsi sehari-hari merupakan salah satu penyebab DM karena mengandung pati yang akan dipecah menjadi glukosa. Pati dipecah menjadi komponen yang lebih kecil seperti disakarida maupun monosakarida yang apabila dikonsumsi dapat menyebabkan peningkatan kadar gula darah. Kadar gula darah yang jumlahnya berlebihan di dalam tubuh dapat menyebabkan penyakit DM (Oboh *et al*,. 2010). Secara umum, pati dapat dikelompokkan menjadi pati cepat cerna atau *rapidly digestible starch* (RDS), pati lambat cerna atau *slowly digestible starch* (SDS) dan pati resisten atau *resisten starch* (RS). Contoh RDS yaitu beras dan kentang yang telah dimasak serta beberapa sereal instan siap saji, dan contoh SDS adalah pati sereal, produk pasta (Englyst *et al*. 1992)

Berdasarkan Himmah dan Handayani (2012), para penderita DM dapat menjaga kadar gula darah mereka meskipun tetap mengkonsumsi beras/nasi dengan cara menurunkan daya cerna pati dari beras tersebut sehingga lebih lama dicerna dan diserap di dalam tubuh. Daya cerna pati adalah kemampuan enzim pemecah pati dalam menghidrolisis pati menjadi unit-unit yang lebih kecil (gula-gula sederhana). Semakin tinggi daya cerna suatu pati, maka akan semakin banyak pati yang dapat dihidrolisis dalam waktu tertentu. Daya cerna pati setiap makanan berbeda-beda, dan dapat diketahui melalui pendekatan nilai indeks glikemik (IG). Nilai IG suatu makanan dipengaruhi oleh banyak faktor. Salah satu faktor utama yang memengaruhi nilai IG adalah tingkat penyerapan karbohidrat oleh tubuh dari suatu makanan (Zabidi dan Noor, 2009). Salah satu cara untuk mengontrol IG nasi dapat

dilakukan dengan menghambat dan memperlambat proses pencernaan pati pada nasi. Hal ini karena pati yang diserap secara lambat akan menghasilkan puncak kadar glukosa darah yang rendah (Arif *et al*., 2013). Menghambat dan memperlambat proses pencernaan pati dapat dibantu dengan senyawa fenolik (Almatsier, 2001).

Senyawa golongan fenolik apabila bereaksi dengan pati dapat memberikan efek sebagai anitdiabetes. Senyawa fenolik adalah jenis zat yang dapat beraksi dengan pati sehingga dapat menyebabkan penurunan daya cerna pati (Zhu, 2015). Menurut Ademiluyi dan Oboh (2013), senyawa fitokimia seperti fenol mampu menghambat daya kerja dari enzim α-glukosidase, sehingga dapat mengendalikan hiperglikemia dan komplikasi diabetes dengan menghambat hidrolisis karbohidrat dan menunda penyerapan glukosa dalam tubuh. Penghambatan kerja enzim menyebabkan pati yang terkandung pada nasi yang dikonsumsi tidak tercerna sempurna sehingga jumlah glukosa yang diserap dalam tubuh rendah. Maulana *et al*, (2016) menyatakan bahwa daun jambu biji (*P.guajava L.*) memiliki aktivitas senyawa aktif golongan flavonoid sebagai anti diabetes. Begitu pula dengan kunyit dan kayu manis yang mengandung senyawa fenolik yang berpotensi menurunkan daya cerna pati. Walaupun daun jambu biji, kunyit dan kayu manis memiliki aktivitas senyawa aktif sebagai anti diabetes, tetapi ketika dicampurkan pada nasi hasilnya tidak berbeda nyata, (Ma'rifah, 2017),. Sehingga pada penelitian ini dilakukan dengan metode FRG untuk membandingkan reaksi senyawa fenolik pada pati nasi yang diduga dapat membantu menurunkan daya cerna pati nasi.

Penelitian ini menggunakan metode *Free radical grafting* yang telah diterapkan oleh Cirillo *et al*. (2012) untuk mengkonjugasi pati jagung dengan quarcetin sehingga menghasilkan senyawa kovalen. *Free radical grafting* adalah salah satu metode untuk menghasilkan konjugasi antara polisakarida dan polifenol dengan menggunakan sistem inisiator redoks. Konjugat polisakarida-polifenol disintesis menggunakan pasangan redoks, asam askorbat dan $H_2O_2$, yaitu suatu bahan biokompatibel yang larut dalam air (Curcio, *et al*. 2009). Informasi mengenai pengaruh penambahan campuran kunyit, kayu manis dan daun jambu biji terhadap daya cerna, total fenol nasi dengan metode *Free radical grafting* belum diketahui. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan uji apakah campuran kunyit, kayu manis dan daun jambu biji pada pemasakan nasi dengan metode *Free radical grafting* dapat mempengaruhi daya cerna pati.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah;

1. Mengetahui pengaruh formulasi kunyit,kayu manis dan daun jambu biji yang dikonjugasikan menggunakan metode FRG terhadap daya cerna pati nasi.
2. Mencari formulasi terbaik yang dapat dikonjugasikan dengan metode FRG yang dapat menghambat daya cerna pati.
3. Membandingkan daya cerna pati nasi yang dikonjugasi dengan campuran kunyit, kayu manis dan daun jambu biji menggunakan metode FRG dan tanpa metode FRG

## 1.3 Kerangka Pemikiran

Pati merupakan komponen karbohidrat kompleks yang terkandung dalam beras/nasi yang jumlahnya cukup banyak dalam suatu bahan pangan. Komponen penyusun pati tersusun atas dua jenis bagian yaitu bagian yang tidak terlarut yang disebut amilopektin (pati dengan struktur yang bercabang dan cenderung bersifat lengket) dan bagian terlarut yang disebut dengan amilosa (struktur tidak bercabang). Nasi dengan kandungan amilosa lebih dari 20 % berpotensi untuk dikendalikan daya cerna patinya (Wijaya *et al.*, 2012) dan dapat digunakan untuk memproduksi pati resisten (Herawati, 2011). Faktor yang mempengaruhi tingginya indeks glikemik salah satunya adalah daya cerna pati. Daya cerna pati pada nasi harus diturunkan agar nasi tersebut dapat dikonsumsi oleh para penderita diabetes. Zat yang beraksi dengan pati yang dapat menyebabkan penurunan daya cerna pati antara lain adalah senyawa fenol (Zhu, 2015).

Hasil penelitian Maulana *et al*, (2016) menyatakan bahwa daun jambu biji (*P.guajava L.*) mengandung senyawa aktif dan diduga memiliki aktivitas sebagai anti diabetes. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Maulana *et al*, (2016), menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji memiliki aktivitas α-glucosidase inhibitor sebesar 97,6%. Daun jambu biji memiliki nilai IC50 sebesar 2,16 mg/ml dan aktivitas antioksidan sebesar 97,9 %. Nilai IC50 didefinisikan sebagai besarnya konsentrasi senyawa uji yang dapat meredam radikal bebas sebanyak 50%. Semakin kecil nilai IC50 maka aktivitas peredaman radikal bebas semakin tinggi (Badarinath *et al*, 2010. Tanaman lain yang memiliki kansungan fenolik berpotensi sebagai antidiabetes yaitu golongan rempah seperti kunyit.

Komponen utama dalam rimpang kunyit adalah kurkuminoid dan minyak atsiri. Kurkumin merupakan zat yang memberikan kekhasan warna kuning pada kunyit. Kurkuminoid terdiri dari kurkumin (75-90%) dan sisanya sejumlah kecil dari *demethoxycurcumin* dan *bisdemethoxycurcumin* (Du *et al.*, 2006). Menurut hasil penelitian Adichandra (2014), pemberian dosis ekstrak kayu manis 3,78 g/200g BB, 7,56 g/200g BB, 15,12 g/200g BB mampu menurunkan kadar glukosa darah pada tikus wistar yang diberi beban glukosa darah. Akan tetapi, penambahan kayu manis untuk pemasakan nasi dapat mempengaruhi sifat organoleptik nasi karena kayu manis mengandung senyawa aromatik seperti sinamaldehid, terpenoid, dan sebagainya (Andriyanto *et al*, 2013). Menurut hasil penelitian Ma'rifah, (2017) tingkat hidrolisis pati pada penambahan kunyit, kayu manis dan daun jambu biji selama inkubasi 60 menit yaitu sebesar 3,216 %. Sedangkan, tingkat hidrolisis pati dengan lama inkubasi 120 menit sebesar 3,916 % yang menyebabkan data tidak berbeda nyata.

Penggunaan metode FRG diduga dapat bekerja secara efektif dengan campuran herbal sehingga dapat menurunkan daya cerna pati. Cirillo *et al.* (2012) menggunakan metode free radical grafting dalam mengkonjugasikan pati jagung dengan quercetin membentuk ikatan kovalen. Konjugat pati jagung-*quercetin* memiliki beberapa kelebihan yaitu sifat antioksidan yang tinggi, dapat menghambat terbentuknya radikal bebas, serta memiliki potensi mencegah penyakit Alzheimer dan diabetes (Cirillo *et al.* 2012). Penelitian ini diharapkan dapat mengkonjugasikan senyawa fenolik ke pati untuk menghasilkan pati yang memiliki daya cerna terendah .

## 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Formulasi rempah yang dikonjugasi menggunakan metode FRG pada pati nasi berpengaruh pada daya cerna pati nasi.
2. Terdapat formulasi rempah terbaik yang dapat dikonjugasi dengan metode FRG pada pati nasi yang dapat menghambat daya cerna pati.
3. Formulasi dari perbandingan nasi yang menggunakan metode FRG diduga akan menurunkan daya cerna pati lebih baik daripada nasi tanpa metode FRG.

# II. TINJAUAN PUSTAKA

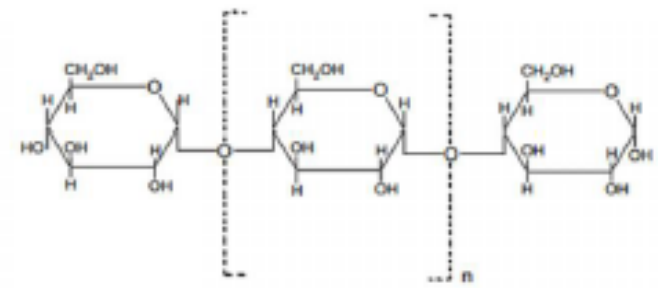
## 2.1 Pati

Pati adalah karbohidrat yang terdiri atas amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan bagian polimer linier dengan ikatan α-(1-> 4) unit glukosa. Derajat polimerisasi amilosa berkisar antara 500-6.000 unit glukosa, bergantung pada sumbernya. Amilopektin merupakan polimer α-(1-> 4) unit glukosa dengan rantai samping α-(1−> 6) unit glukosa. Dalam suatu molekul pati, ikatan α-(1->6) unit glukosa ini jumlahnya sangat sedikit, berkisar antara 4−5%. Namun, jumlah molekul dengan rantai yang bercabang, yaitu amilopektin, sangat banyak dengan derajat polimerisasi 105 -3x106 unit glukosa.

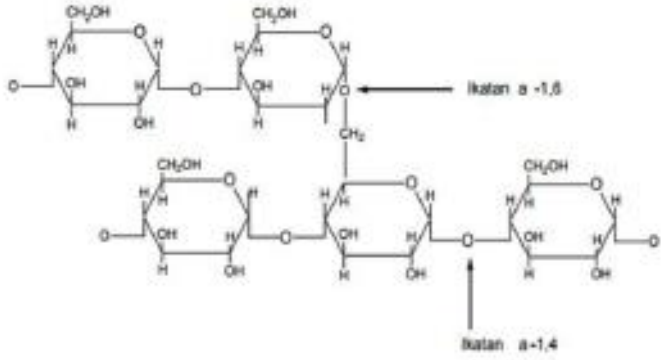
Amilosa merupakan polisakarida polimer yang tersusun dari glukosa sebagai monomernya. Tiap-tiap monomer terhubung dengan ikatan 1,4-glikosidik. Amilosa merupakan polimer tidak bercabang yang bersama-sama dengan amilopektin menjadi komponen penyusun pati. Contoh polisakarida adalah pati, glikogen, agarosa, dan selulosa. Beberapa polisakarida kompleks dapat juga memiliki atom tambahan misalnya nitrogen, seperti pektin, kitin, dan lignin. Dalam masakan, amilosa memberi efek keras bagi pati atau tepung (Whistler *et al.*, 1984). Semakin kecil kadar amilosa atau semakin tinggi kadar amilopektinnya, semakin lekat nasi

tersebut. Berdasarkan kadar amilosa, beras (nasi) diklasifikasikan menjadi empat golongan yaitu beras dengan kadar amilosa tinggi (25 – 33 %); beras dengan kadar amilosa menengah (20 – 25 %); beras dengan kadar amilosa rendah (9 – 20 %); dan beras dengan kadar amilosa sangat rendah (< 9 %) (Winarno, 1997).

Amilosa merupakan bagian dari rantai lurus yang dapat memutar dan membentuk daerah sulur ganda. Rantai lurus amilosa yang membentuk sulur ganda kristal tersebut tahan terhadap amilase. Ikatan hydrogen inter- dan intra-sulur mengakibatkan terbentuknya struktur hidrofobik dengan kelarutan yang rendah. Umumnya amilosa terletak di antara molekul-molekul amilopektin dan secara acak berada selang-seling di antara daerah amorf dan kristal (Winarno, 1997). Amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun dari monomer D-glukosa. Amilopektin memilikiberat molekul ± 500.000, dan apabila ditambahkan iodin maka akan memberikan warna coklat violet. Amilopektin adalah fraksi pati yang tidak larut dalam air. Dalam produk makanan, amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (puffing), dimana produk makanan yang berasal dari pati yang kandungan amilopektinnya tinggi akan bersifat ringan, porus, garing dan renyah (Whistler *et al.*, 1984).



Gambar 1. Struktur Amilosa




Gambar 2. Struktur Amilopektin

## 2.2 Daya Cerna Pati

Pati merupakan komponen utama karbohidrat yang terkandung dalam nasi/beras. Daya cerna pati yang semakin menurun menandakan bahwa pati resisten dalam bahan pangan semakin meningkat. Menurut Berry (1986) pati diklasifikasikan menjadi 3 tipe, yaitu pati cepat cerna atau *rapidly digestible starch* (RDS), pati lambat cerna atau *slowly digestible starch* (SDS) dan pati resisten atau *resisten starch* (RS). Pati cerna cepat mengandung sebagian besar pati terdispersi yang ditemukan pada sejumlah besar pangan berpati yang dimasak dengan menggunakan panas dan air seperti roti dan kentang. RDS terbentuk dari hasil pencernaan pati oleh enzim pencernaan selama 20 menit. SDS mencerna pati lebih lama dalam usus halus hingga 120 menit. RS merupakan fraksi kecil dari pati yang resisten terhadap hidrolisis enzim. Jenis pati ini dapat mencapai usus besar dan dapat terfermentasi oleh mikrofloras di usus, sehingga RS didefinisikan sebagai fraksi serat dari pati. RS diukur secara kimia sebagai perbedaan antara pati total yang dihomogenisasi dan diberi perlakuan kimia dengan jumlah dari RDS dan SDS yang merupakan hasil sampel makanan yang tak terhomogenisasi oleh enzim.

Jenis pati resisten ada 4, antara lain yaitu pati resisten tipe satu (RS 1) yang merupakan pati yang secara fisik terlindungi oleh komponen lain dari bahan pangan sehingga enzim tidak dapat menjangkau granula pati. Pati resisten tipe dua (RS 2) merupakan pati mentah yang bentuk granula patinya secara alamiah tidak mampu ditembus oleh enzim, tetapi bisa dimasak, sehingga pati resisten jenis ini menjadi tidak resisten. Pati resisten tipe tiga (RS 3) merupakan pati teretrogradasi yang terbentuk akibat proses pengolahan, dan pati resisten tipe empat (RS 4) yang merupakan pati termodifikasi, baik hasil modifikasi kimia maupun fisik (Leszczynski, 2004).

## 2.3 Beras

Beras adalah bulir padi (*Oryza sativa*) yang sudah siap dipisahkan dari sekam melalui tahap pengupasan dan penyosohan. Beras merupakan jenis makanan yang menjadi sumber utama gizi dan energi bagi penduduk Indonesia, sehingga memiliki peran penting dalam perekonomian nasional. Beras dengan kadar air yang tinggi (<18 %) mempunyai sifat mudah rusak apabila penanganan pasca panen yang kurang tepat. Dengan penanganan pasca panen dimulai dari perontokan, pengeringan, pembersihan, penggilingan, pengemasan, pengangkutan, penyimpanan beras yang baik diharapkan kualitas beras menjadi nasi yang dihasilkan menjadi baik dan tetap terjaga (Prasetyo, 2003). Komposisi kimia beras sangat bervariasi sesuai dengan faktor genetika variasi atau varietas padi, pengaruh lingkungan, dan pengolahan pasca panen. Selain sebagai sumber karbohidrat, beras merupakan sumber protein penting bagi menu masyarakat Indonesia. Hal ini karena

beras mempunyai mutu protein lebih baik diantara jenis serealia lainnya meskipun kadar protein beras relatif rendah. Hal ini terutama kandungan lisinnya yang relatif lebih tinggi yaitu sekitar 140 g (Yahya, 2012).

## 2.4 *Free Radical Grafting* (FRG)

*Free radical grafting* adalah salah satu metode untuk menghasilkan konjugasi antara polisakarida dan polifenol dengan menggunakan sistem inisiator redoks. Konjugat polisakarida-polifenol disintesis menggunakan pasangan redoks, asam askorbat dan $H_2O_2$, yaitu suatu bahan biokompatibel yang larut dalam air (Curcio, *et al*. 2009). Pasangan redoks asam askorbat dan $H_2O_2$ 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 (CH2) atau gugus hidroksil (OH) dari gugus hidroksimetilen polisakarida.

Menurut Curcio *et al*. (2012). kelebihan dari metode *free radical grafting* ialah reaksi berlangsung dengan cepat, ramah lingkungan, tanpa penggunaan pelarut organik dan tidak menghasilkan produk samping berupa senyawa toksik. Cirillo *et al*. (2012) menggunakan metode *free radical grafting* dalam mengkonjugasikan pati jagung dengan quercetin membentuk ikatan kovalen. Konjugat pati jagung-quercetin tersebut memiliki beberapa kelebihan yaitu sifat antioksidan yang tinggi, menghambat terbentuknya radikal bebas, serta memiliki potensi mencegah

penyakit Alzheimer dan diabetes. Selain itu, Cho *et al* (2011) juga berhasil membuat senyawa hasil konjugasi antara kitosan dan asam galat yang secara signifikan dapat menghambat enzim acetilkolinesterase.

## 2.5 Daun Jambu Biji

Jambu biji berasal dari Amerika tropik, tumbuh pada tanah liat yang gempur, pada tempat terbuka dan mengandung air yang cukup banyak. Nama latin dari jambu biji yaitu *Psidium guajava*. Pohon ini banyak ditanam sebagai pohon buah- buahan. Namun sering tumbuh liar dan dapat ditemukan pada ketinggian 1-1200 mdpl. Jambu biji berbunga sepanjang tahun. Buah jambu biji dapat dibuat manisan dijus, disetup, dibuat es krim, sorbet, atau diolah menjadi selai. Daun jambu biji dapat diperbanyak dengan biji, okulasi, atau tunas berakar (Dalimartha, 2000)

Gambar 3. Daun Jambu Biji

Daun jambu biji memiliki rasa yang manis,bersifat netral, astringen (pengelat), antidiare, antiradang, penghenti pendarahan (hemostatis) dan peluruh haid. Pada daun jambu biji mengandung tanin, minyak atsiri (eugenol), minyak lemak, damar, zat samak, triterpenoid, asam malat. Sampai saat ini daun jambu biji banyak dimanfaatkan untuk pengobatan secara tradisional. Seperti pada pengobatan diare

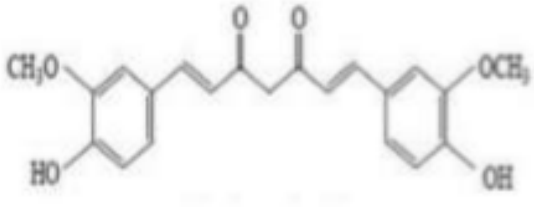
akut dan kronis, disentri, perut kembung pada bayi dan anak kadar kolesterol darah meninggi, haid tidak lancar, sering buang air kecil, luka, dan sariawan (Dalimartha, 2000).

## 2.6 Kunyit

Kunyit (*Curcuma Longa L.*) merupakan salah satu tanaman obat yang sering dijumpai di Indonesia. Kunyit pun digunakan sebagai bahan masakan dan zat pewarna alami yang aman. Manfaat utama tanaman kunyit yaitu sebagai bahan obat tradisional, bahan baku industri jamu dan kosmetik, dan bahan bumbu masak. Rimpang kunyit sangat bermanfaat sebagai antikoagulan, menurunkan tekanan darah, obat cacing, obat asma, penambah darah, mengobati sakit perut, penyakit hati, gatal-gatal, gigitan serangga, diare dan reumatik (Purba *et al*, 2013). Kunyit dapat tumbuh padaberbagai tempat, didataran rendah mulai dari 240 meter sampai dataran tinggi dengan ketinggian lebih dari 2.000 meter diatas permukaan laut. Kunyit juga dapat tumbuh dengan curah hujan yang cukup tinggi (1.000-4.000 ml/tahun) atau tempat yang bebas dari genangan air (Nugroho, 1998).

Gambar 4. Kunyit

Kunyit mengandung kurkuminoid dan minyak atsiri sebagai komponen utamanya. Kurkuminoid merupakan senyawa yang memberikan pigmen warna kuning pada rimpang kunyit. Rimpang kunyit mengandung senyawa kurkuminoid berkisar 10,95%. Kurkuminoid mulai digunakan sebagai antidiabetes, antioksidan dan antibakteri (Rukmana, 1994). Menurut Zhang *et al.* (2013), kurkuminod dapat bersifat sebagai antidiabetes, karena mampu menurukan kadar glukosa pada mencit yang diinduksikan aloksan. Kurkuminoid sebagai antidiabetes menurunkan kadar glukosa darah tikus yang diinduksi aloksan. Ekstrak kunyit juga dapat menekan peningkatan kadar glukosa darah pada Kk-Ay tikus dengan diabetes melitus tipe 2 (Setiawan *et al.,* 2011). Kurmumin diyakini sebagai sumber antioksidan yang cocok untuk penanganan penyakit diabetes (Meng and Chao, 2013).




Gambar 5. Kurkuminoid (Du et al., 2006)

## 2.7 Kayu Manis

Kayu manis (*Cinnammum sp*) merupakan rempah-rempah yang paling banyak dijumpai di Indonesia. Tamanan ini dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 600-1500 meter diatas permukaan laut. Tanaman ini banyak dijumpai di Provinsi Sumatra Barat, Jambi dan Bengkulu (Rismunandar dan Paimin, 2009). Salah satu jenis kayu manis yang terdapat di Indonesia adalah *Cinnamomum burmanii*.

Bagian kayu manis yang dapat dimanfaatkan sebagai rempah-rempah adalah bagian kulitnya.

Gambar 6. Kayu Manis

Ciri khas dari kayu manis adalah kulit batang pokok hingga cabang dan rantingnya mengandung minyak atsiri. Daunnya tunggal, duduknya berseling atau dalam rangkaian spiral umumnya berwarna hijau. Produk kayu manis merupakan hasil utama dari pohon kayu manis, yaitu berupa potongan kulit pohon kayu manis yang dikeringkan. Produk kayu manis melalui tahap pemotongan kulit luar,pembersihan (pengikisan) dari kulit luar, pembelahan berukuran lebar 3- 4 cm dan penjemuran (2-3 hari). Agar dapat menghasilkan mutu kulit yang baik, penjemuran dilakukan di bawah sinar matahari penuh (Rismunandar dan Paimin, 2009).

Kayu manis mengandung minyak atsiri (sinamaidehida, eugenol, terpen) pati, kalsium oksalat dan lemak. Kandungan minyak atsiri terbesar yang terdapat pada kulit kayu manis ialah *cinnaldehida* 60-70%, kandungan lain adalah euganol, beberapa jenis *aldehida*, *benzyl-benzoat*, *phelandrene* dan lain lain. Selain kandungan minyak atsiri dalam kulit masih banyak komponen-komponen kimiawi seperti damar pelekat, tanin, zat penyamak, gula, kalsium, oksalat, dua jenis

insektisida cinnzelanin dan cinnzelanol, cumarin dan sebagainya (Rimunandar dan paimin, 2009).

## 2.8 Diabetes Melitus

Diabetes mellitus merupakan penyakit kronis gangguan metabolik pada metabolism karbohidrat, lemak, protein dalam tubuh sebagai sumber energi akibat kekurangan hormon insulin yang dihasilkan oleh kelompok sel β di pankreas (Tera, 2011). Menurut Mansjoer *et al.*, (2015) diabetes melitus adalah suatu keadaan yang ditandai dengan keadaan kenaikan kadar glukosa darah (hiperglikemia), disertai dengan kelainan metabolik akibat gangguan hormonal yang dapat menimbulkan berbagai komplikasi kronik pada mata, ginjal, saraf, dan pembuluh darah. Gejala umum yang timbul pada penderita diabetes diantaranya yaitu polyfagia (banyak makan), polydipsi (banyak minum), dan polyuria (sering kencing) (Tjokroprawiro, 2003). Dalam fase ini biasanya penderita menujukkan berat badan yang terus bertambah, karena pada saat kondisi tersebut jumlah insulin masih mencukupi. Gejala lain yang dapat dirasakan penderita adalah kekurangan energi, mudah lelah (*fatigue*) dan berat badan terus menurun (Tera, 2011).

Diabetes mellitus dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu tipe 1 dan tipe 2. Diabetes mellitus tipe 1 diartikan sebagai tipe diabetes yang bergantung pada insulin atau IDDM (Insulin Dependent Diabetes Mellitus), sedangkan diabetes mellitus tipe 2 diartikan sebagai diabetes yang tidak bergantung pada insulin atau NIDDM (*Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus*) (Murray *et al.*, 2003). Diabetes mellitus tipe 1 merupakan diabetes yang jarang atau sedikit populasinya, yang diperkirakan

kurang dari 5 - 10 % dari keseluruhan populasi penderita diabetes. DM tipe I dipengaruhi oleh faktor gen dari bawaan penderita. Pada saat terjadi kekurangan insulin pada β-pankreas menyebabkan 3 proses, yaitu peningkatan glukogeogenesis (pemecahan glukosa dari asam amino dan gliserol), percepatan glikogenolisis (pemecahan glukosa disimpan) dan pemanfaatan glukosa oleh perifer jaringan (Homenta, 2012).

DM tipe II umumnya terjadi karena pola hidup dan pola makan yang tidak sehat, yang kemudian berpengaruh pada penyerapan gula yang tidak optimal hingga terjadi kehilangan energi. Penyebab diabetes mellitus tipe 2 yaitu karena sel-sel sasaran insulin gagal atau tidak mampu merespon insulin secara normal. Keadaan ini disebut sebagai resistensi insulin. Selain itu, pada penderita diabetes tipe 2 juga dapat timbul gangguan-gangguan sekresi insulin dan produksi glukosa hepatic yang berlebihan.s Namun, tidak terjadi pengrusakan sel-sel β Langerhans secara autoimun sebagaimana yang terjadi pada diabetes tipe 1. Dengan demikian defesiensi fungsi insulin pada penderita diabetes tipe 2 hanya bersifat relatif (Ditjen Bina Farmasi dan Alkes, 2005).

# III. BAHAN DAN METODE

## 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Januari sampai dengan Juli 2020.

## 3.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan yaitu beras dengan varietas Ciherang yang berasal dari daerah Lampung Timur. Daun jambu biji merah daun ke 7-12 yang diperoleh dari pekarangan rumah Hendi di Kecamatan Sukabumi, Bandar Lampung. Kunyit dan kayu manis yang diperoleh dari pasar Tempel Rajabasa, Bandar Lampung, Hidrogen Peroksida *food grade* ($H_2O_2$) 1,0 M (Thai Peroxide Company Limited), asam askorbat 5,4 g (Shandong Luwei Pharmateucical), Larutan Asam Dinitrosalisilat (Sigma Aldrich, US). Bahan yang digunakan untuk analisis antara lain, larutan enzim α-amilase *Aspergilus Oryzae* (Sigma Aldrich,US), NaOH (Merck KGaA, Jerman), Kalsium Natrium Tartrat Tetrahidrat (Sigma Aldrich, US), Buffer Na-Fosfat 0,1 M pH 7 dan akuades.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *rice cooker* (Maspion), grinder, blender (Philips) neraca analitik, oven, ayakan 10, 20 dan 80 mesh (Endecotls Ltd., UK), loyang, tabung reaksi, labu ukur, Erlenmeyer, vorteks, mikro pipet, waterbath, termometer, *microplate reader spectrophotometer*, sendok dan mangkuk.

## 3.3 Metode Penelitian

### 3.3.1 Metode Penelitian Tahap I

Penelitian tahap I bertujuan untuk mencari formulasi terbaik yang dikonjugasikan menggunakan metode *free radical grafting* yang menghasilkan nasi dengan daya cerna pati rendah.. Penelitian tahap I menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non faktorial dengan empat kali ulangan. Pada penelitian ini terdapat lima formulasi herbal yang terdiri dari campuran kunyit, kayu manis, dan daun jambu biji, termasuk kontrol (C1).

Tabel 1. Komposisi Perbandingan Tepung Nasi dan Tanaman Herbal untuk Tahap I

| Formula | Berat herbal dalam campuran (g) | | |
|---|---|---|---|
| | Kunyit | Kayu manis | Daun jambu biji |
| C1 | 0 | 0 | 0 |
| C2 | 1 | 0,5 | 1,5 |
| C3 | 1,33 | 0,67 | 1 |
| C4 | 1,67 | 0,83 | 0,5 |
| C5 | 2 | 1 | 0 |

Sumber: Modifikasi dari Ma’rifah (2017).

Data yang diperoleh dianalisis ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan. Kehomogenan data diuji dengan uji Bartlet dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan data diuji lebih lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5% untuk tingkat, daya cerna.

### 3.3.2 Metode Penelitian Tahap II

Penelitian tahap II konjugasi dilakukan dengan metode *FRG* maupun tanpa metode *FRG*. Penelitian Tahap II menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non faktorial dengan empat kali ulangan. Pada penelitian ini terdapat lima formulasi herbal yang terdiri dari campuran kunyit, kayu manis, dan daun jambu biji, termasuk kontrol (Table 2).

Tabel 2. Komposisi Perbandingan Tepung Nasi dan Tanaman Herbal untuk Tahap II

| Formula | Berat herbal dalam campuran (g) | | |
|---|---|---|---|
| | Kunyit | Kayu manis | Daun jambu biji |
| Tanpa Perlakuan (hanya Aquades) | 0 | 0 | 0 |
| C1 (dengan FRG) | 0 | 0 | 0 |
| C2 (dengan FRG) | 1 | 0,5 | 1,5 |
| C3 (dengan FRG) | 1,33 | 0,67 | 1 |
| C3M (tanpa FRG) | 1,33 | 0,67 | 1 |

Sumber: Modifikasi dari Ma'rifah (2017).

Data yang diperoleh dianalisis ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan. Kehomogenan

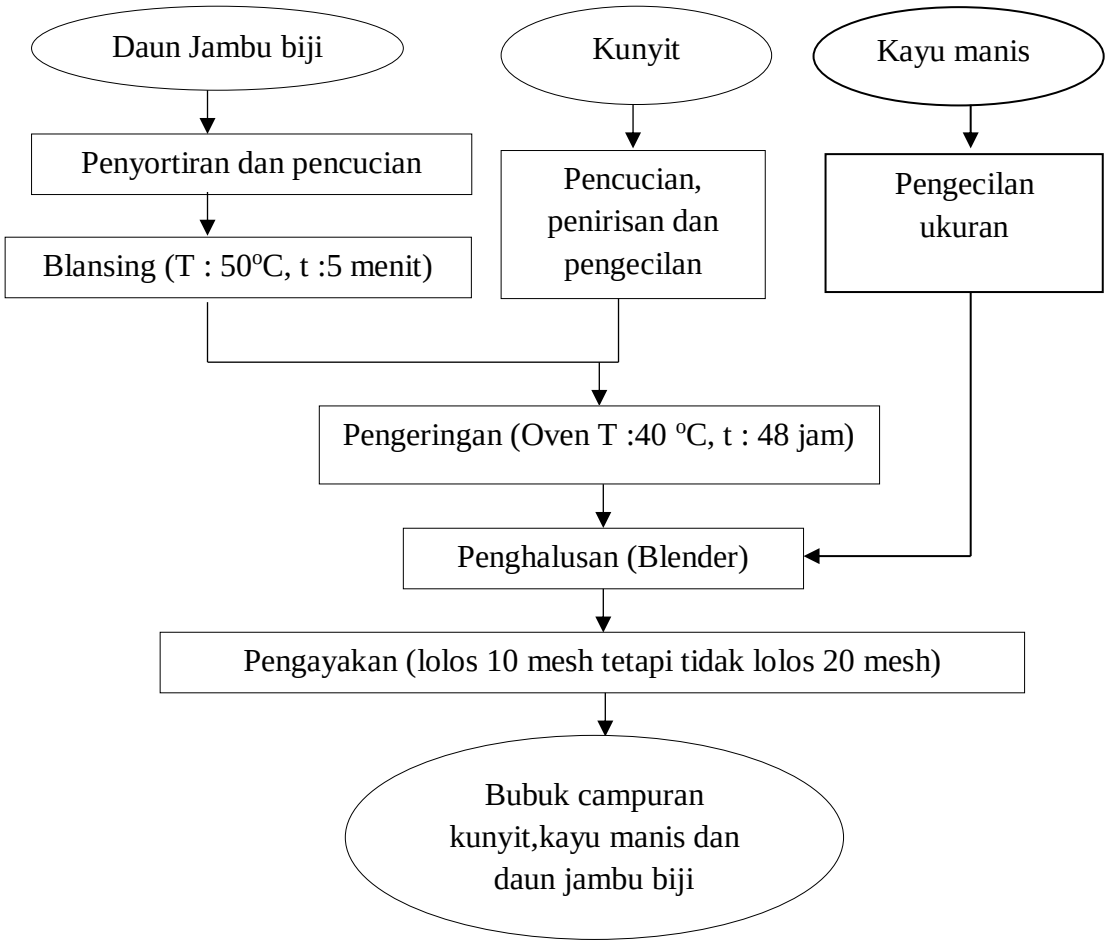
data diuji dengan uji Bartlet dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan data diuji lebih lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5% untuk tingkat, daya cerna.

## 3.4 Pelaksanaan Penelitian

### 3.4.1 Proses Pengeringan Bahan

Pengeringan kunyit, kayu manis dan daun jambu biji dilakukan berdasarkan metode Murhadi *et al.* (2007), yang diawali dengan pemilihan rimpang kunyit dan daun jambu biji yang tua dan segar. Kunyit dicuci hingga bersih dan diiris tipis-tipis, kemudian untuk daun jambu biji dipilih dari daun ke 7-12 dari atas, dicuci hingga bersih, lalu diblansing dengan cara dicelupkan pada suhu 50$^{o}$C selama 5 menit. Selanjutnya, kunyit dan daun jambu biji dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 40$^{o}$C selama dua hari atau 48 jam. Kunyit, kayu manis dan daun jambu biji kering selanjutnya dihancurkan menggunakan blender sehingga diperoleh serbuk kering daun jambu biji, kunyit dan kayu manis yang kasar, kemudian diayak, sehingga diperoleh serbuk yang lolos pada 10 mesh tetapi tidak lolos 20 mesh. Persiapan selanjutnya adalah pembuatan formulasi bahan herbal yang akan dicampurkan pada proses sintesis konjugat pati campuran herbal.

Proses pengeringan bahan dapat dilihat pada Gambar 7.




Gambar 7. Proses Pengeringan Bahan

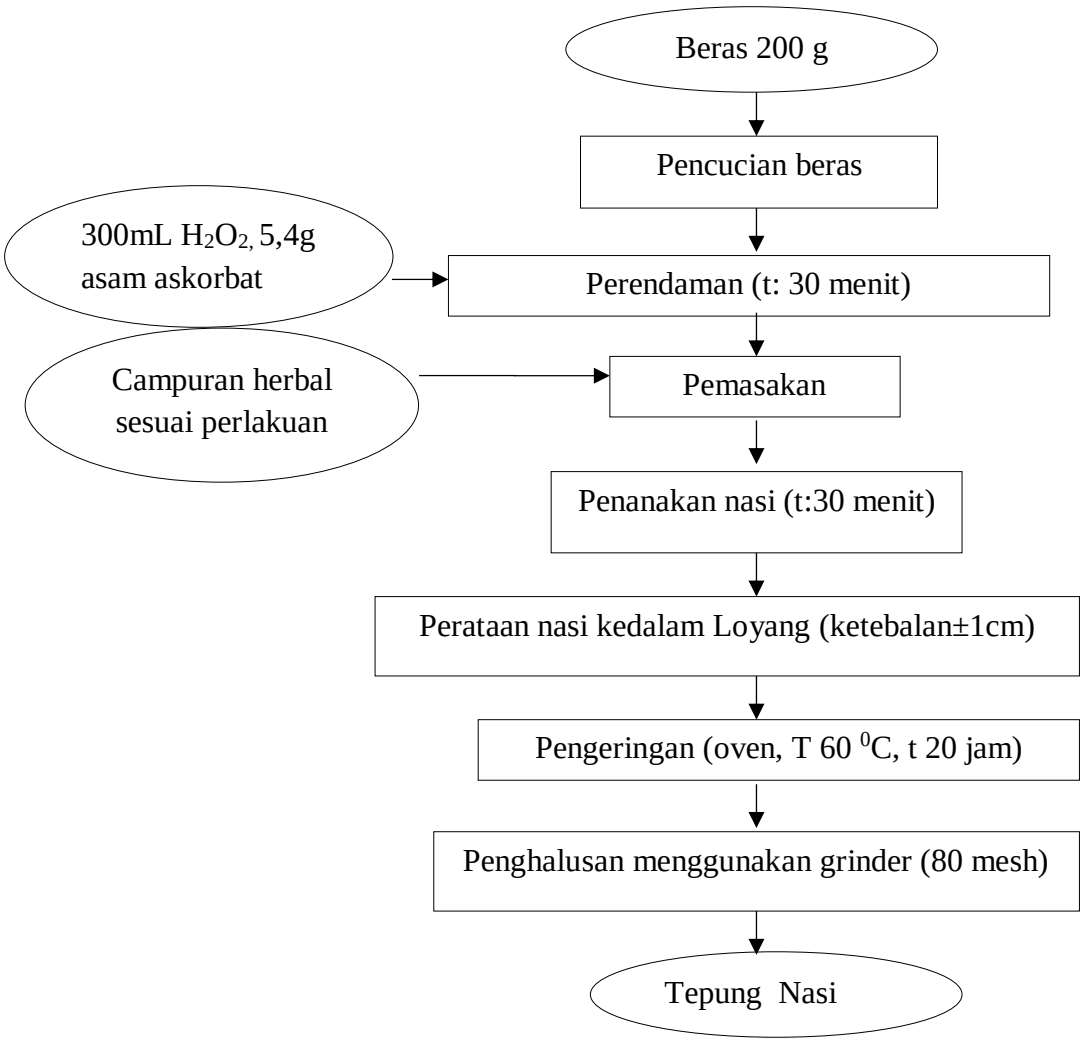
Sumber : Murhadi *et al.* (2017) dimodifikasi

### 3.4.2 Penelitian Tahap I

Penelitian tahap I bertujuan untuk mencari formulasi herbal terbaik yang dikonjugasikan menggunakan metode *free radical grafting*. Pembuatan larutan $H_2O_2$ yang mengandung asam askorbat mengikuti metode yang digunakan (Cirillo *et al*., 2012) yang dimodifikasi. Sebanyak 91 mL $H_2O_2$ food grade 35%, 909 mL akuades dan 5,4 g asam askorbat dimasukkan kedalam beaker glass, kemudian

diaduk hingga larut. Pemasakan nasi dengan Campuran bahan herbal mengikuti metode yang digunakan (Cirillo *et al.,* 2012). Beras 200 g dicuci hingga bersih. Kemudian ditambahkan 300 mL campuran $H_2O_2$ 1,0 M dan asam askorbat dan direndam selama 30 menit. Setelah 30 menit dimasukkan campuran herbal yang sesuai formulasi ke dalam kantong herbal. Kantong herbal dibuat dengan ukuran panjang 7 cm dan lebar 10 cm, kemudian kunyit kayu manis dan daun jambu biji dimasukkan kedalam kantong dengan proporsi berat yang sesuai dengan perlakuan dan berat total campuran 3 g (Ma'rifah, 2017). Setelah itu, beras dimasak sekitar 20 menit, setelah matang nasi diaduk dengan agar campuran herbal merata rata kemudian ditunggu sekitar 30 menit. Selanjutnya beras diletakkan diatas Loyang dengan ketebalan kurang lebih 1 cm untuk dikeringkan dengan oven pada suhu $60^0$C selama 20 jam. Setelah kering nasi dihaluskan menggunakan grinder dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Diagram alir pemasakan nasi dengan campuran bahan herbal untuk tahap I dapat dilihat pada Gambar 8.



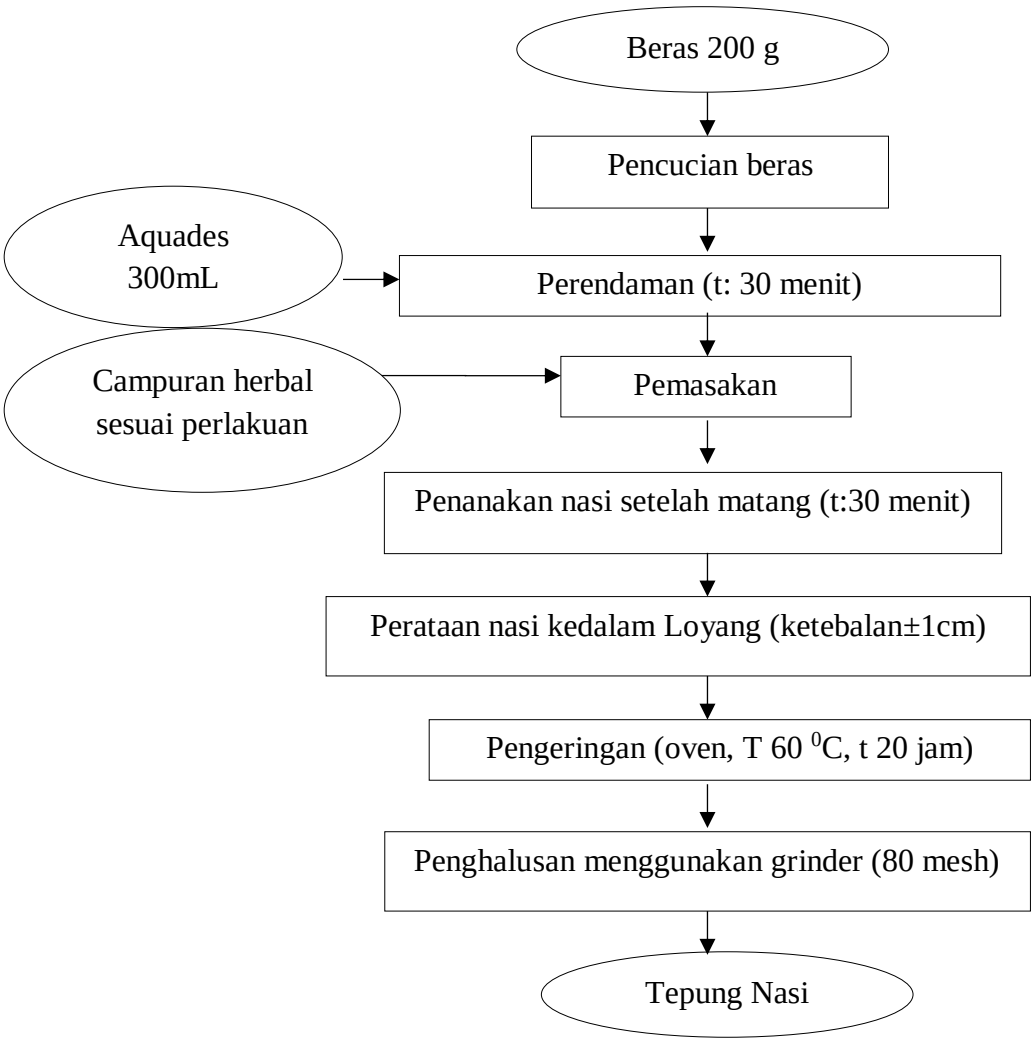

Gambar 8. Proses Pemasakan Nasi Campuran Bahan Herbal untuk Tahap I
Sumber :Cirillo*et al.* (2012) dimodifikasi.

### 3.4.3 Penelitian Tahap II

Penelitian tahap II dilakukan untuk membandingkan formulasi terbaik C1, C2 dan C3 dari penelitian tahap I dengan formulasi Tanpa Perlakuan dan C3 tanpa FRG yang sudah didapatkan. Beras 200 g dicuci hingga bersih. Kemudian direndam

selama 30 menit menggunakan aquades 300mL. Setelah 30 menit dimasukkan campuran herbal dari perlakuan terbaik yang sesuai formulasi dalam kantong herbal. Setelah itu, beras dimasak sekitar 20 menit, setelah matang nasi diaduk dengan agar campuran herbal merata rata kemudian ditunggu sekitar 30 menit. Selanjutnya beras diletakkan diatas Loyang dengan ketebalan kurang lebih 1 cm untuk dikeringkan dengan oven pada suhu $60^0$C selama 20 jam. Setelah kering nasi dihaluskan menggunakan grinder dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Diagram alir pemasakan nasi campuran bahan herbal untuk tahap II dapat dilihat pada Gambar 9.




Gambar 9. Pemasakan Pemasakan Nasi Campuran Bahan Herbal untuk Tahap II
Sumber :Cirillo *et al.* (2012).

### 3.4.4 Persiapan Reagen untuk Analisis

Persiapan reagen untuk pengujian dilakukan diantaranya pembuatan larutan asam dinitrosalisilat, enzim α-amilase dan buffer fosfat.

#### 3.4.4.1 Pembuatan Larutan Asam Dinitrosalisilat

Pembuatan pereaksi DNS 8g NaOH 2M dalam 100mL aquades. Kemudian buat larutan KNaC4H4O6·4H2O (kalium natrium tartrat tetrahidrat) 12g ditambah 8ml NaOH 2M dan aquades hingga 40mL. lalu DNS sebanyak 219mg ditambahkan 10mL aquades dan ditambahkan 20mL larutan KNaC4H4O6·4H2O jadi larutan DNS 30mL.

#### 3.4.4.2 Pembuatan Larutan Buffer Na-Fosfat pH 7

Pembuatan larutan buffer na-fosfat 200ml pH 7 dibuat dengan melarutan 2,78g $NaH_2PO_4$ dalam 100mL aquades sebagai stok A. Kemudian dilarutkan 5,365g $Na_2HPO_4$ dalam 100mL aquades sebagai stok B. Untuk mendapatkan pH7 campurkan 39mL larutan stok A + 61mL larutan stok B dicukupkan hingga 200mL dengan aquades.

#### 3.4.4.3 Pembuatan Larutan Enzim α-Amilase

25mg enzim α-amilase dimasukkan ke dalam labu ukur 50mL kemudian ditambahkan larutan buffer na-fosfat hingga tera

## 3.5 Pengamatan

### 3.5.1 Penentuan Daya Cerna

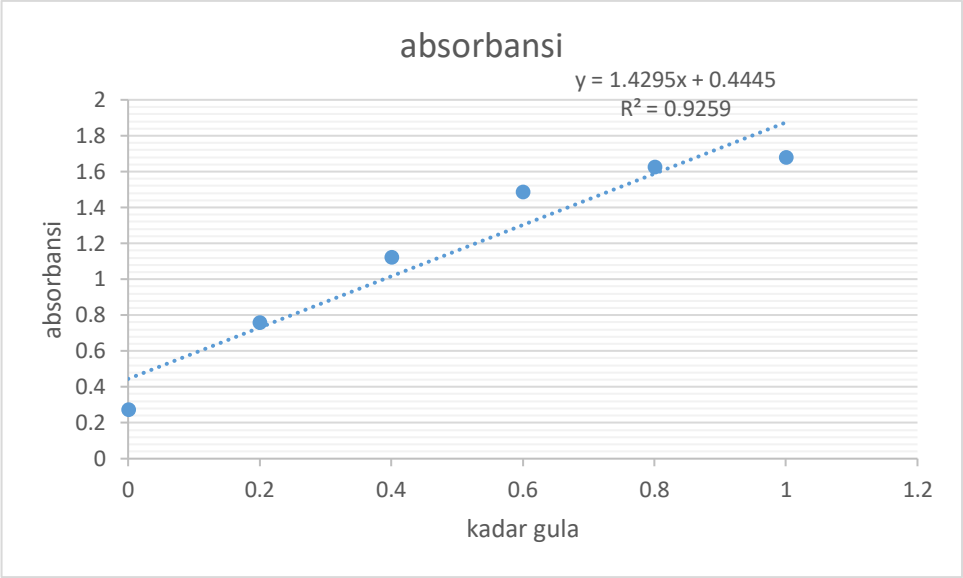
Analisis Daya Cerna Pati dilakukan dengan metode (Muchtadi *et al.* 1992) yang dimodifikasi. Daya cerna pati in vitro dianalisis secara spektroskopi yang

mencakup tahap pembuatan kurva standar Glukosa dan analisis sampel sebagai berikut.

### 3.5.2 Pembuatan Kurva Standar Larutan Glukosa

Larutan hasil hidrolisis direaksikan dengan pereaksi dinitro salisilat (DNS) sehingga terbentuk warna jingga kemerahan yang kepekataannya berbanding lurus dengan kadar gula pereduksi larutan. Kurva standar glukosa berdasarkan metode Muchtadi *et al,* (1992) yang telah dimodifikasi. Sebanyak 1 ml larutan glukosa standar yang mengandung 0.0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8 dan 1 ml glukosa 0,1% b/v dimasukkan ke dalam tabung reaksi bertutup, kemudian ditambahkan masing-masing 2 ml larutan asam dinitrosalisilat. Larutan dipanaskan dalam air mendidih selama 12 menit, kemudian segera didinginkan dengan air mengalir. Ditambahkan aquades 10 ml ke dalam larutan tersebut kemudian diaduk hingga homogen dengan menggunakan vortex. Sampel diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm.

Berikut larutan standar disajikan dalam bentuk kurva dengan kadar gula (sumbu X) dan absorbansi (sumbu Y) dapat dilihat pada gambar 10.

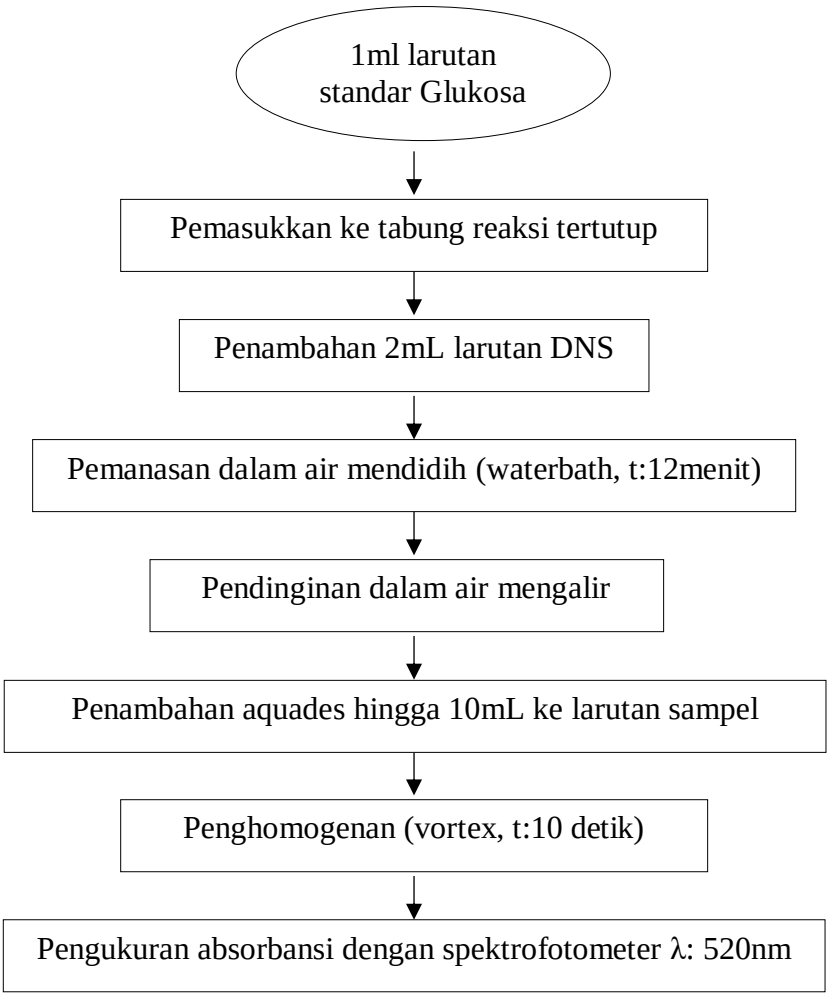



Gambar 10. Kurva Standar Glukosa

Keterangan: X= kadar gula (%)

Y= absorbansi

Diagram alir pembuatan kurva standar glukosa dapat dilihat pada Gambar 11.




Gambar 11. Pembuatan Kurva Standar Glukosa

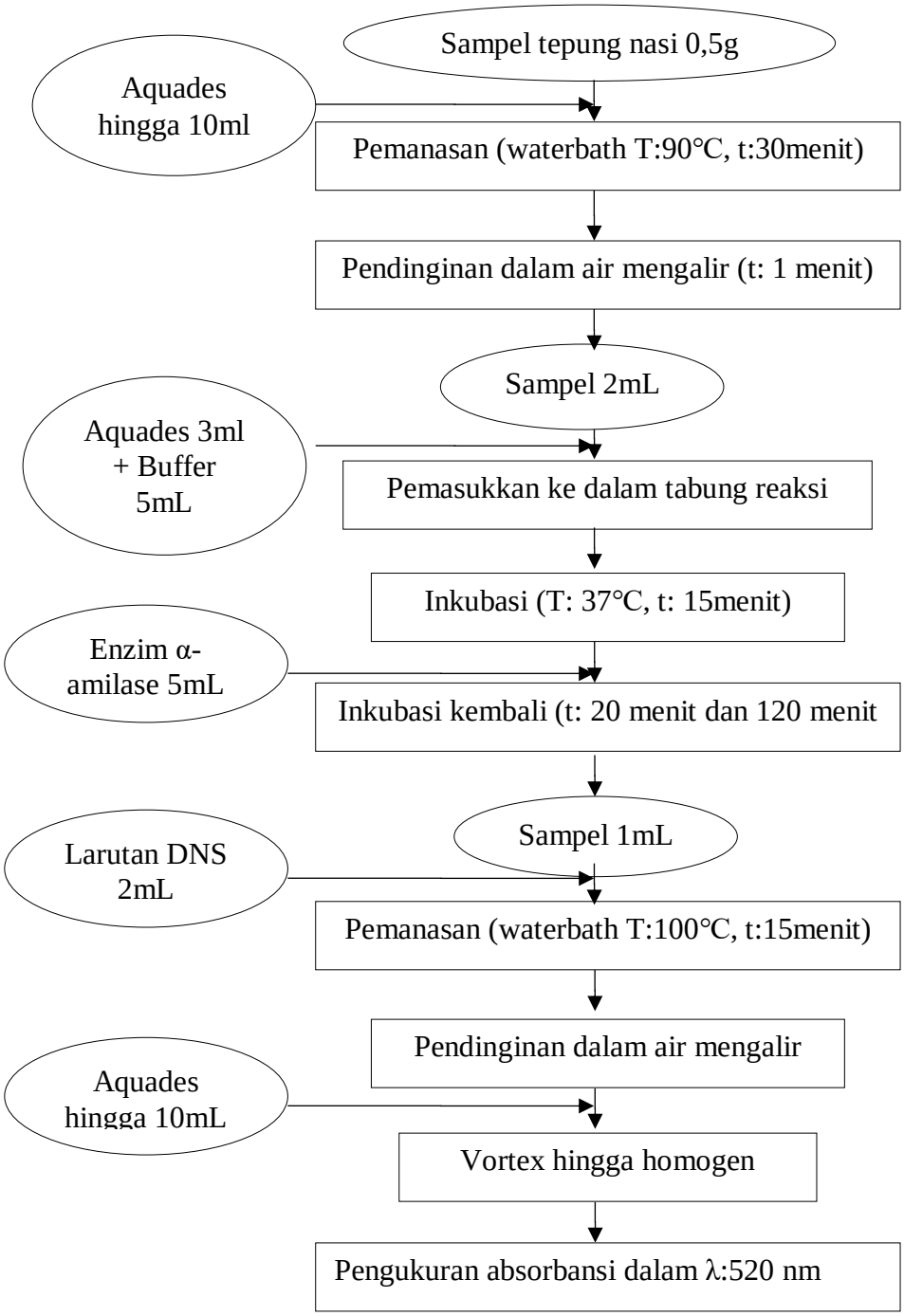
### 3.5.3 Analisis Daya Cerna

Analisis daya cerna bertujuan untuk mendapatkan absorbansi dari tepung nasi dengan campuran bahan herbal menggunakan metode FRG. Sebanyak 0,5g tepung nasi dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan 10 ml aquades. Tabung reaksi ditutup dan dipanaskan dalam *waterbath* selama 30 menit sampai mencapai suhu $90^0$C, kemudian didinginkan selama 1 menit dalam air

mengalir. Diambil sebanyak 2 ml larutan sampel, dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 3 ml aquades dan 5 ml larutan buffer Na-fosfat 0.1 M dengan pH 7.0. Tabung ditutup dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit. Larutan sampel diangkat dan ditambahkan 5 ml larutan enzim α-amilase *Aspergillus Oryzae* dan diinkubasi kembali pada suhu 37°C selama 20 menit dan 120 menit. Enzim dihentikan pada saat dipanaskan selama 12 menit. Sampel yang sudah diinkubasi diambil sebanyak 1ml lalu masukkan ke dalam tabung reaksi bertutup berisi 2 ml larutan asam dinitrosalisilat. Larutan dipanaskan dalam air mendidih selama 12 menit, lalu segera didinginkan dengan air mengalir. Sebanyak 10 ml aquades ditambahkan dalam larutan dan diaduk hingga homogen dengan menggunakan vortex. Larutan sampel tersebut kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm.

Daya cerna pati dihitung: $\frac{\text{Total Gula}}{\text{Berat Sampel}} x\ 100\%$

Diagram alir analisis sampel daya cerna dapat dilihat pada Gambar 12.




Gambar 12. Analisis Daya Cerna

Sumber: Muchtadi, et al (1992) yang telah dimodifikasi

# V. KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Campuran kunyit, kayu manis dan daun jambu biji yang dikonjugasikan menggunakan metode *Free Radical Grafting* (FRG) berpengaruh terhadap tingkat daya cerna pati nasi.
2. Penambahan formulasi C1 (*Rapidly digestible* starch 57,0199% dan *slowly digestible starch* 55,3760%) pada metode *Free Radical Grafting* dapat digunakan untuk menghambat daya cerna pati nasi.
3. Daya cerna pati pada C3M tanpa metode FRG (*rapidly digestible starch* 26,3218% dan *slowly digestiblestarch* 46,4638%) mencerna pati lebih baik daripada campuran herbal C1 dengan *Free Radical Grafting* pada nasi dengan (*rapidly digestible* 45,3632% dan *slowly digestible* 64,1203%).

## 5.2 Saran

Perlu dilakukan pengujian indeks glikemik nasi yang ditambahkan formula campuran kunyit, kayu manis dan daun jambu biji untuk perlakuan C1.

# DAFTAR PUSTAKA


Ademilyui, A.O. and Oboh, G. 2013. Soybean phenolic-rich Extract Inhibit Key-enzymes Linked to Type 2 Diabetes (α-amylase and α-glucosidase) and Hypertension (angio-tensinI Converting Enzyme) in Vitro. J. *Exp and Toxicol Pathol*. 65:305-309.

Adichandra, B. 2014. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomun burmanii*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Witsar Jantan yang diberi beban Glukosa. *Skripsi*. Universitas Diponegoro. Semarang.

Almatsier, S. 2001. *Prinsip Dasar Ilmu Giz*i. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Andriyanto, A.,. Andriani, dan Esti, W. 2013. Pengaruh Penambahan Estrak Kayu Manis Terhadap Kualitas Sensoris, Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri pada Telur Asin selama Proses Penyimpanan dengan MetodePenggaraman Basah. *Jurnal Teknosains Pangan.* 2(2):13-20.

Badarinath A, Rao K, Chetty CS, Ramkanth S, Rajan T, & Gnanaprakash K. A Review on In-vitro Antioxidant Methods, Comparisons, Correlations, and Considerations. *International Journal of PharmTech Research*, 2010: 1276-1285

Cho, Y.S., Kim, S.K., Ahn, C.B., Je, and J.Y. 2011. Inhibition of Acetylcholinesterase by Gallic Acid-Grafted-Chitosan. *Carbohydr Polym*. 84:690–3.

Cirillo, G., Puoci, F., Iemma, F., Curcio, M., Parisi, O.I., Spizzirri, U.G., Altimari, I., and Picci, N. 2012. Starch-quercetin Conjugate by Radical Grafting: Synthesis and Biological Characterization. *Pharm Dev Technol*. 17:466–76.

Curcio, M., Parisi, O.I., Puoci, F., Altimari, I., Spizzirri, U.G., and Picci, N. 2012. Antioxidant Polymers by Free Radical Grafting on Natural Polymers. In: Cirillo G, Iemma, F, editors. Antioxidant Polymers: Synthesis, Properties,and Applications. *Hoboken, NJ: John Wiley & Sons*. 153–78.

Curcio, M., Puoci, F., Iemma, F., Parisi, O.I., Cirillo, G., Spizzirri, U.G., and Picci, N.2009. Covalent Insertion of Antioxidant Molecules on Chitosan by a Free Radical Grafting Procedure. *J Agric Food Chem*. 57:5933–8.

Dalimarta, S. 2000. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesi*. Trubus. Bogor.

Dianti, R. W. 2010. Kajian Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Beras Organik Mentik Susu dan IR64; Pecah Kulit dan Giling Selama Penyimpanan. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Ditjen Bina Farmasi dan Alkes. 2005. Pharmaceutical Care untuk Penyakit Diabetes Mellitus. Departemen Kesehatan R I. Jakarta.

Du, Z., Liu, R., Shao, W., Mao, X., Ma, L., Gu, L., Huang, Z., and A.S.C. Chan. 2006. α-Glucosidase Inhibition of Natural Curcuminoids and Curcumin Analogs. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 41(1) : 213-218.

Englyst, H.N., S.M. Kingman, and J.H. Cummings. 1992. Classification and Measurement of Nutritionally Important Starch Fractions. *Eur. J. Clin. Nutr*. 46: S33–S50.

Herawati, H. 2011. Potensi Pengembangan Produk Pati Tahan Cerna sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Litbang Pertanian*. 30(1): 31-39.

Himmah, L. F. dan W. Handayani. 2012. Pengaruh Ekstrak Teh Hijau dalam Pembuatan Beras dengan IG Rendah. *Jurnal UNEJ*. 1(1):1-3.

Homenta, H. 2012. Diabetes Melitus Tipe I. Universitas Brawijaya. Malang.

Indrasari, S.D., E.Y. Purwani, P. Wibowo, dan Jumali. 2008. Nilai Indeks Glikemik Beras Beberapa Varietas Padi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 27(3):127-134.

International Diabetes Federation (IDF). IDF Diabetes Atlas Sixth Edition, International Diabetes Federation (IDF). 2019.

Ma'rifah, S. 2017 . Pengaruh Campuran Kunyit, Kayu Manis, dan Daun Jambu Biji Pada Pemasakan Nasi Terhadap Tingkat Hidrolisis Pati, Aktivitas Antioksidan, Total Fenol, Penerimaan Konsumen dan Respon Glikemik Nasi. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Mansjoer, A. 2015. Kapita Selekta Kedokteran. Media Aesculpalus. FK UI. Jakarta.

Maulana, Y.A., Asih, A.I..R. Arsa, M. 2016. Isolasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Ekstrak Daun Jambu Biji Putih (*Psidium guajava L*). *Jurnal Kimia*. 10(1):161-168.

Meng B, Li, J., Cao, H. 2013. Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Curcumin on Diabetes Mellitus and It's Complications. *Curr Pharm Des*.19(11):2101-13.

Muchtadi, T.R., dan Sugiono. 1995. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan.* Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Murhadi, Suharyono, A.S dan Susilawati.2007. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanta*) dan Daun Pandan (*Pandanus amaryllifolius*). *Jurnal Teknologi dan Industri Panga*n. 28(1) : 17-24.

Murray, R. K., Granner, D. K., Mayes P. A., and Rodwell V. W. 2003. Harper's Illustrated Biochemistry, Twenty-Sixth Edition. Lange Medical Publications. London.

Ndraha, S. 2014. Diabetes Melitus Tipe II dan Tatalaksana Terkini. *Medicinus* 9. 27:3-5

Nugroho NA. 1998. *Manfaat dan Prospek Pengembangan Kunyit*. Ed ke-1. Ungaran: PT.Trubus Agriwidya.

Nurhidajah, M. Astuti., Sardjono, A. Muridiati dan Y. Marsono. 2015. Kadar Serat Pangan dan Daya Cerna pati Nai Merah yang Dperkaya Kappa- karagenan dan Ekstrak Antosianin dengan Variasi Metode Pengolahan. *Jurnal University Research Coloquim.* 207-214

Leszczynski, W. 2004. Resistant Starch-Classification, Structure, Production. Polish *Journal of Food and Nutrition Science*. 13(54):37-50.

Liu C.W., Wang Y.C., Lu H.C., and Chiang W.D. 2014. Optimization Of Ultrasound- Assisted Extraction Conditions For Total Phenols With Anti-Hyperglycemic Activity From Psidium Guajava Leaves. *Process Biochemistry.*: 1-5. doi: 10.1016/j.procbio.2019.06.09.

Oboh, G., A.J., Akinyemi, A.O., Ademiluyi, dan Adefegha S.A. 2010. Inhibitory Effects of Aqueous Extract of Two Varieties of Ginger on Some Key Emzymer Linked of Type-2 Diabetes in Vitro. *Journal of Food and Nutrition Research*. 49 (1) :14-20.

Prameswari, O. M. dan Widjanarko S. B. 2014. Uji Efek Ekstrak Air Daun Pandan Wangi terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah dan Histopatologi Tikus Diabetes Mellitus. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*.2(2):16-27.

Prasetyo, Y.T. 2003. Bertanam Padi Gogo Olah Tanah.PT. Penebar Swadaya, Jakarta.

Purba, E.R. dan Martosupono M. 2013. Kurkumin sebagai Senyawa Antioksidan. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains IV*. Universitas Kristen Satya Wacana. 3(1) : 607-621.

Rimbawan dan Siagian A. 2004. *Indeks Glikemik Pangan*. Penebar Swadaya. Jakarta.Hal:53

Rismunandar dan F.B. Paimin. 2009. *Budi Daya dan Pengolahan Kayu manis*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Rosida. 2002. Pembuatan Tepung Pati Resisten Dari Beras, Pisang dan Maizena dan Pengaruhnya Terhadap Tikus Percobaan yang mengkonsumsinya. *J. Penelitian Ilmu-ilmu Teknik* Vol.2 No.2.

Rukmana, R. 1994. *Kunyit*. Kanisius. Jakarta.

Setiawan, AC., Yulinah, E., Adyana I.K., Permana H., dan Sudjana P. 2011. Efek Antidiabetes Kombinasi Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum L.*) dan Rimpang Kunyit (*Curcumma domestica Val.*) dengan Pembanding Gilbenklamid pada Penderita Diabetes Melitus Tipe II. *Jurnal Universitas Padjajaran Bandung*. 43 (1) : 26-34.

SNI 01-6128-2015

Tera, H.A. 2011. Determinan Ketidakpatuhan Diet Penderita Diabetes Melitus Tipe II. *Artikel Penelitian*. Universitas Diponegoro. Semarang.

Tjokroprawiro, A. 2003. *Diabetes Mellitus: Klasifikasi, Diagnosis dan Terapi, Edisi Ketiga*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Whistler, R., Miller J. B., and Paschall E. 1984. Starch: Chemistry and Technology. *Academic Press Inc*. Toronto. Tokyo.

Widowati, S., Santosa, B.A.S. dan Budiyanto, A. 2008. Karakterisasi mutu dan indeks glikemik beras beramilosa rendah dan tinggi. Dalam B. Suprihatno et al. (Eds) Prosiding Seminar Apresiasi Hasil Penelitian Padi menunjang P2BN. Buku 2. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. pp. 759–773.

Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 243 hlm.

Wijaya, W. A., Yahya, N. S. W., Meutia, I., Hermawan, R., dan Begum N. 2012. Beras Analog Fungsional dengan Penambahan Ekstrak Teh untuk Menurunkan Indeks Glikemik dan Fortifikasi dengan Folat, Seng, dan Iodin. *Laporan Perkembangan Penelitian*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Willet, W., J. Manson, and Liu S. 2002. Glycemic Index, Glycemic Load and Risk of Type 2 Diabetes. *Am*erican *Journa of Clinical Nutrition*. 76(1):274-280.

Zabidi M.A, Noor A.A.A. 2009. In vitro starch hydrolysis and estimated glycaemic index of bread substituted with different percent- age of Chempedak (Artocarpus integer) seed flour. *J Food Chem* 117:64-68.

Zafira H., Khairun N.B., dan Riyan, W. 2017. Korelasi Kebiasaan Sarapan Pagi dengan Kontrol Kadar Glukosa Pada Pasien DM Tipe 2. *Jurnal Fakultas Kedokteran Unila* Vol 7 (1): 1-2.

Zhang, D., Fu, M., Gao, S.H., dan Liu, JL. 2013. Curcumin and Diabetes : A systematic Review.http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3857752/. Diakses pada tanggal 4 September 2020.

Zhu, F. 2015. Interactions between Starch and Phenolic Compound. *Trends in Food Science & Technology*. 43:129-143.