

**PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU PENAMBAHAN MINYAK
SAWIT MERAH TERHADAP RESPON GLIKEMIK DAN
GELATINISASI PADA NASI**

(Skripsi)

Oleh

**DUWINDA
1914051013**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

THE EFFECT OF CONCENTRATION AND TIME OF ADDITION OF RED PALM OIL ON GLYCEMIC RESPONSES AND GELATINISATION OF RICE

BY

DUWINDA

The glycemic response is the physiological state of blood sugar levels for a certain period of time after a person consumes food. Red palm oil (MSM) is one of the products produced from the processing of crude palm oil which is still rich in carotene and vitamin E. MSM-fortified rice is thought to form type 5 resistant starch and slow gelatinization due to the presence of fat contained in MSM. The purpose of this study consists of 2 stages of research. The first study was to determine the effect of adding MSM on the glycemic response and the second study to determine the effect of the concentration and time of adding MSM on the degree of gelatinization of rice. The first study used 11 subjects with 4 samples consisting of glucose, rice 0% MSM (C0), rice 2% MSM before cooking (C2P1) and rice 2% MSM after cooking (C2P2) then the calculation is carried out using the area under the curve (LADK). The second study was arranged in a two-factor factorial Complete Randomized Block Design (RAKL) with the first factor being the concentration of MSM (C0: 0%, C2: 2%, C4: 4%) and the method of adding MSM (P1: before cooking and P2: after cooking) . The processed data were tested for analysis of variance and further tests with a 5% BNT test. The results showed that the glycemic response value ranged from 12390 to 12831.82 area units for the rice sample and for pure glucose glycemic response value that was 13509.55 area units. The degree of gelatinization of rice ranged from 80.23% to 109.23%. The addition of MSM did not significantly affect the glycemic response of rice but could reduce the degree of gelatinization of rice, which did not depend on the concentration or time of addition of MSM.

Keywords: Rice, Red Palm Oil, Glycemic Response, Gelatinization

ABSTRAK

PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU PENAMBAHAN MINYAK SAWIT MERAH TERHADAP RESPON GLIKEMIK DAN GELATINISASI PADA NASI

Oleh

DUWINDA

Respon glikemik adalah keadaan fisiologis kadar gula darah selama periode waktu tertentu setelah seseorang mengonsumsi makanan. Minyak sawit merah (MSM) merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari pengolahan minyak sawit mentah yang masih kaya akan karoten dan vitamin E. Nasi yang difortifikasi MSM diduga dapat membentuk pati resisten tipe 5 dan memperlambat gelatinisasi karena kehadiran lemak yang terkandung dalam MSM. Tujuan penelitian ini terdiri dari 2 tahap penelitian. Penelitian pertama untuk mengetahui pengaruh penambahan MSM terhadap respon glikemik dan penelitian kedua untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan waktu penambahan MSM terhadap derajat gelatinisasi nasi. Penelitian pertama menggunakan 11 subjek dengan 4 sampel yang terdiri dari glukosa, nasi 0% MSM (C0), Nasi 2% MSM sebelum dimasak (C2P1) dan Nasi 2% MSM setelah dimasak (C2P2) selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan luas area di bawah kurva (LADK). Penelitian kedua disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dua faktor dengan faktor pertama konsentrasi MSM (C0: 0%, C2: 2%, C4: 4%) dan cara penambahan MSM (P1: sebelum pemasakan dan P2: sesudah pemasakan). Data hasil diolah diuji analisis dengan sidik ragam dan uji lanjut dengan uji BNT 5%. Hasil penelitian menunjukkan nilai respon glikemik berkisar 12390 hingga 12831.82 satuan luas untuk sampel nasi serta untuk nilai respon glikemik glukosa murni yaitu sebesar 13509,55 satuan luas. Nilai derajat gelatinisasi nasi berkisar antara 80.23% hingga 109.23%. Penambahan MSM tidak berpengaruh nyata terhadap respon glikemik nasi tetapi dapat menurunkan derajat gelatinisasi nasi yang penurunannya tidak tergantung pada konsentrasi atau waktu penambahan MSM.

Kata kunci: Nasi, Minyak Sawit Merah, Respon Glikemik, Gelatinisasi

**PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU PENAMBAHAN MINYAK
SAWIT MERAH TERHADAP RESPON GLIKEMIK DAN
GELATINISASI PADA NASI**

Oleh

DUWINDA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



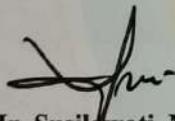
**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU
PENAMBAHAN MINYAK SAWIT MERAH
TERHADAP RESPON GLIKEMIK DAN
GELATINISASI PADA NASI**

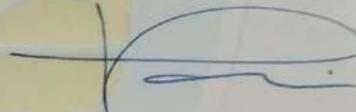
Nama Mahasiswa : **Duwindu**
Nomor Pokok Mahasiswa : 1914051013
Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian
Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

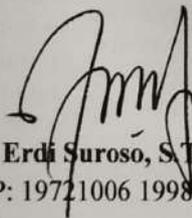


Ir. Susilawati, M.Si.
NIP: 19610806 198702 2 001



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

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

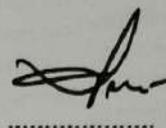


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP: 19721006 199803 1 005

MENGESAHKAN

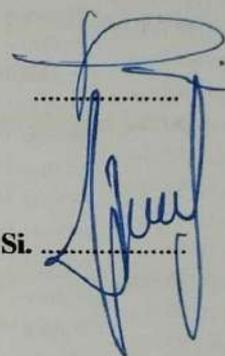
1. Tim Penguji

Ketua : **Ir. Susilawati, M.Si.**



.....

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



.....

Penguji : **Apt. Ramadhan Triyandi, S. Farm., M. Si.**
Bukan Pembimbing

Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 19610201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **28 April 2023**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Duwinda NPM 1914051013

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

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

Bandar Lampung, 02 Juni 2023

Pembuat Pernyataan



Duwinda

NPM: 1914051013

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan Gn. Agung Pauh, Kota Pagaram pada tanggal 10 Juni 2001. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Hamdani dan Ibu Heryana. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 06 Pagaram pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama Negeri 01 Pagaram pada tahun 2016, Sekolah Menengah Atas Negeri 04 Pagaram pada tahun 2019. Tahun 2019 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Agung Pauh, Kecamatan Dempo Selatan Kota Pagaram Provinsi Sumatera Selatan pada bulan Januari – Februari 2022. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PTPN VIII Kebun Malabar Unit Kertamanah, Pangalengan Jawa Barat dengan judul laporan “Mempelajari Pengaruh Kadar Air Bahan Baku terhadap Proses Pelayuan Teh Hitam Orthodox di PTPN VIII Kebun Malabar, Unit Kertamanah”.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Analisis Hasil Pertanian pada semester ganjil tahun ajaran 2022/2023 dan asisten dosen pada mata kuliah Evaluasi Gizi Pangan pada semester genap tahun ajaran 2022/2023. Penulis aktif dalam kegiatan organisasi kampus diantaranya Anggota Bidang Pengabdian Masyarakat Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung (HMJ THP FP Unila) periode 2022, Anggota UKM Korps Sukarela Palang Merah Indonesia unit Unila (KSR PMI Unila) 2020/2021, Pengurus Ikatan Mahasiswa Sumatera Selatan (IKAM Sumsel Unila) periode 2019/2020.

SANWACANA

Alhamdulillah *rabbi'l 'alamiin*, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas nikmat dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Penambahan Minyak Sawit Merah terhadap Respon Glikemik dan Gelatinisasi pada Nasi”. Selama pelaksanaan penelitian dan proses penulisan skripsi, banyak pihak yang memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis, sehingga penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Hamdani dan Ibu Heryana selaku kedua orang tua yang telah memberikan semua dukungan, memberikan doa, semangat, motivasi, didikan dan kasih sayang yang selalu menyertai penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan untuk kelancaran proses penyusunan skripsi.
4. Ibu Ir. Susilawati, M. Si., selaku ketua komisi pembimbing dan pembimbing akademik atas bimbingan, arahan, saran, dan motivasi yang diberikan dalam proses penelitian dan penyelesaian skripsi penulis.
5. Bapak Dr. Ir. Samsu Udayana Nurdin, M.Si., selaku anggota komisi pembimbing atas bimbingan, bantuan bahan dan tempat penelitan, arahan, saran, dan motivasi yang diberikan dalam proses penelitian dan penyelesaian skripsi penulis.
6. Bapak Apt. Ramadhan Triyandi, S. Farm., M. Si. selaku pembahas atas saran, evaluasi, dan motivasi terhadap karya penulis.
7. Bapak dan Ibu dosen pengajar atas ilmu yang diberikan selama perkuliahan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian.
8. Keluarga tercinta Mamak, Abah, Kakak Arendra Saputra dan Adek Reno Al Amin yang telah mendidik, memberikan doa, semangat, motivasi, dan selalu menyertai penulis.
9. Teman satu penelitian (Ines Surianti P, Aura Rhawdhati D, Andini Fadhilah S dan A. Amrizal Yahya) dan teman-teman di laboratorium terima kasih atas segala bantuan, dukungan, semangat, motivasi, dan kasih sayang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.

10. Umi Adila Tsani dan Vera Pertiwi terima kasih atas segala bantuan, dukungan, semangat, motivasi, dan kasih sayang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
11. Teman-teman terbaik angkatan 2019 (Faras, Elfana, Elin, Rahma, Suguluh, Angel), teman seperjuangan (Tenti dan Alif) terima kasih atas segala bantuan, dukungan, semangat, motivasi, dan kasih sayang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
12. Teman-teman subjek penelitian (Ghani, Yusuf, Amrizal, Depri, Andiko, Adila, Aura, Elva, Alma, Elfana, Fairuzsita) terima kasih telah bersedia dan membantu menjadi subjek penelitian respon glikemik.
13. Teman-teman dan adik-adik di Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian terkhusus Bidang Pengabdian Masyarakat (Kelvin, Ghozy, Mona, Afif, Ajeng, Mely, Masdiah, Azzah, Yeri, Abuzar, Anja, Rafli, Eriksa, Ardika) atas dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis.
14. Semua pihak yang telah membantu serta dukungan kepada penulis selama menjalani perkuliahan dan menyelesaikan skripsi.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dan amal perbuatan semua pihak diatas. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca. *Aamiin..*

Bandar Lampung, 02 Juni 2023

Penulis

Duwindu

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	16
1.2 Tujuan Penelitian	17
1.3 Kerangka Pemikiran	18
1.4 Hipotesis.....	19
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Beras	20
2.2 Minyak Sawit Merah/ <i>Red Palm Oil</i> (RPO).....	21
2.3 Pati Resisten Tipe 5	23
2.4 Respon Glikemik	24
2.5 Gelatinisasi	25
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat.....	27
3.2 Bahan dan Alat	27
3.3 Metode Penelitian	27
3.3.1 Respon Glikemik.....	27
3.3.2 Derajat Gelatinisasi.....	28
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.4.1 Persiapan Sampel Uji.....	29
3.4.2 Persiapan Sampel Uji Respon Glikemik.....	32

3.5 Pengamatan	35
3.5.1 Analisis Proksimat.....	35
3.5.2 Respon Glikemik.....	40
3.5.3 Derajat Gelatinisasi.....	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Proksimat Sampel Uji	46
4.2 Karakteristik Subjek	47
4.3 Respon Glikemik	49
4.4 Derajat Gelatinisasi.....	55
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi nilai Indeks massa tubuh.....	41
2. Analisis Proksimat Sampel Nasi.....	46
3. Karakteristik subjek penelitian	48
4. Kadar glukosa darah sampel uji setiap waktu pengamatan	49
5. Jumlah sampel uji respon glikemik yang harus dikonsumsi	67
6. Perhitungan LADK sampel glukosa murni	72
7. Perhitungan LADK sampel Nasi Putih (C0)	72
8. Perhitungan LADK sampel Nasi 2% MSM Sebelum (C2P1).....	73
9. Perhitungan LADK sampel Nasi 2% MSM Sesudah (C2P2)	73
10. Luas area dibawah kurva setiap sampel uji	74
11. Analisis sidik ragam ($\alpha=5\%$) AUC	74
12. Uji lanjut BNT AUC	75
13. Hasil pengukuran derajat gelatinisasi.....	76
14. Analisis sidik ragam ($\alpha=5\%$) derajat gelatinisasi	77
15. Uji lanjut BNT derajat gelatinisasi	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman padi Varietas IR64	20
2. Skema pembentukan kompleks amilosa-lipid	23
3. Diagram Alir Metode Penelitian.....	28
4. Persiapan sampel P1 (penambahan MSM sebelum nasi masak)	30
5. Persiapan sampel P2 (penambahan MSM sesudah nasi masak).....	31
6. Persiapan sampel P1 respon glikemik.....	33
7. Persiapan sampel P2 respon glikemik.....	34
8. Diagram Alir Respon Glikemik.....	41
9. Diagram alir derajat gelatinisasi	45
10. Rata-rata kadar gula responden setelah mengkonsumsi nasi	50
11. Rata-rata glukosa darah setelah 30 menit mengkonsumsi nasi	52
12. Rata-rata nilai LADK (AUC) sampel uji	53
13. Hasil pengukuran derajat gelatinisasi nasi	56
14. Perhitungan jumlah sampel uji yang dikonsumsi	67
15. Informed consent uji respon glikemik.....	68
16. Ethical clearance respon glikemik	69
17. Kadar glukosa darah sampel glukosa murni.....	70
18. Kadar glukosa darah sampel nasi biasa.....	70
19. Kadar glukosa darah sampel nasi 2% MSM sebelum pemasakan.....	71

20. Kadar glukosa darah sampel nasi 2% MSM sesudah pemasakan	71
21. Kurva Standar Derajat Gelatinisasi.....	75
22. Penimbangan beras (a), Pencucian beras (b), Penirisan beras (c), pemasakan nasi (d), pengeringan nasi (e, f)	78
23. Sampel bubuk (a), subjek mengkonsumsi sampel (b), pengambilan darah subjek (c), pengukuran glukosa darah (d), penimbangan sampel (e), pembuatan larutan HCL (f)	79
24. Pembuatan larutan KOH (a), waterbath (b), sentrifuse (c), pengambilan supernatan (d), kurva standar derajat gelatinisasi (e), analisis derajat gelatinisasi (f)	80

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nasi merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Kandungan nasi yang paling tinggi adalah karbohidrat, sehingga masyarakat mengonsumsi nasi sebagai sumber utama karbohidrat dalam menu makanan sehari-hari. Nasi yang dikonsumsi dan dicerna akan diserap dalam bentuk glukosa dan dapat meningkatkan gula darah. Hal ini dapat menyebabkan hiperglikemia pada manusia. Konsumsi karbohidrat khususnya nasi dapat menyebabkan obesitas atau komplikasi diabetes tipe 2 (Widhyasari *et al.*, 2017). Penderita hiperglikemia perlu mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat lambat cerna atau karbohidrat dengan indeks glikemik rendah untuk mengontrol gula darah, seperti nasi yang kaya pati resisten (Purbowati dan Mustika, 2020).

Minyak sawit merah (MSM) merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari pengolahan minyak sawit mentah yang masih kaya akan karoten dan vitamin E. Beberapa senyawa karoten yang terkandung dalam minyak sawit antara lain α -karoten, β -karoten, likopen (Budiyanto dkk, 2010). MSM mengandung senyawa fitonutrien (seperti karoten, tokoferol, tokotrienol, fitosterol, squalene, ubiquinone) yang memiliki sifat antioksidan dan bioaktivitas lainnya yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. MSM berpotensi digunakan sebagai pangan fungsional dan nutrasetikal (Abdi, 2021).

Nasi yang difortifikasi minyak sawit merah diduga dapat membentuk pati resisten tipe 5. Kompleks amilo-lipid terbentuk karena dua bahan utama pembuatannya, yaitu beras dan minyak sawit merah. Kompleks amilo-lipid telah

dinyatakan sebagai sumber baru dalam pati resisten tipe 5. Pati resisten tipe 5 dapat terbentuk dari pembentukan kompleks amilosa-lipid baik secara alami pada tumbuhan maupun selama proses pengolahan. Keberadaan kompleks amilosa-lipid akan menyebabkan pati menjadi resisten terhadap hidrolisis enzim amilolitik (Ayuningtyas dan Permana, 2021).

Respon glikemik adalah keadaan fisiologis kadar gula darah selama periode waktu tertentu setelah seseorang mengonsumsi makanan. Makanan dengan indeks glikemik tinggi dengan cepat menaikkan gula darah, sedangkan makanan dengan indeks glikemik rendah menaikkan gula darah secara perlahan. Daya cerna pati berbeda untuk setiap makanan dan dapat ditentukan oleh nilai indeks glikemik. Indeks glikemik dapat menunjukkan pengaruh makanan terhadap kadar gula darah (Istiqomah dan Rustanti, 2015). Salah satu faktor penting yang mempengaruhi nilai indeks glikemik kandungan pati resisten (Novitasari dkk, 2015).

Nasi mengandung pati yang tinggi yang diserap ke dalam tubuh sebagai glukosa melalui proses pencernaan. Pati dalam jaringan tanaman mempunyai bentuk granula pati yang berbeda-beda (Yanungtyas, 2013). Pembentukan gel pati diawali dengan pembengkakan granula pati dengan menyerap air. Proses ini dikenal dengan gelatinisasi. Nasi yang dimasak dengan penambahan minyak sawit merah diduga memperlambat gelatinisasi, karena kehadiran lemak yang terkandung dalam minyak sawit merah. Lemak dapat membentuk kompleks dengan pati dan dengan demikian memperlambat gelatinisasi (Kar *et al.*, 2005). Karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan waktu penambahan minyak sawit merah terhadap respon glikemik dan gelatinisasi pada nasi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan minyak sawit merah terhadap respon glikemik nasi
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi dan waktu penambahan minyak sawit merah terhadap derajat gelatinisasi nasi

1.3 Kerangka Pemikiran

Nasi dengan penambahan minyak sawit merah dapat menyebabkan pembentukan pati resisten tipe 5 (Susanto dkk, 2018). Pati resisten tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan dan tahan terhadap asam lambung. Zhou *et al.* (2014) melaporkan bahwa pati resisten dapat menurunkan kandungan gula darah akibat pati resisten tidak tercerna. Rendahnya kadar glukosa darah diakibatkan oleh terbentuknya pati resisten, dimana amilosa dan lipid akan berinteraksi membentuk ikatan yang kompleks sehingga resisten terhadap pencernaan enzim. Pembentukan kompleks amilosa-lipid yang terkandung dalam pati resisten tipe 5 diketahui mampu menurunkan hiperglikemik postprandial, berkaitan dengan resistensinya terhadap pencernaan oleh enzim (Fiona, 2017).

Konsentrasi minyak sawit merah yang ditambahkan pada nasi mempengaruhi respon glikemik pada responden. Adanya penambahan minyak sawit merah pada nasi diduga dapat meningkatkan pati resisten tipe 5 disebabkan jumlah minyak yang tersedia lebih banyak. Penambahan minyak sawit merah dapat dilakukan sebelum atau setelah pemasakan nasi. Penambahan MSM sebelum dimasak maka pencampuran terjadi pada suhu tinggi dan dalam waktu yang relatif lebih lama sehingga membentuk pati resisten tipe 5 semakin banyak dibandingkan dengan penambahan MSM sesudah dimasak. Penambahan minyak sawit merah diduga dapat menurunkan indeks glikemik nasi karena adanya penambahan minyak sawit merah meningkatkan pati resisten nasi dan semakin rendah indeks glikemik responnya. Pati resisten termasuk dalam serat pangan tidak larut, tetapi memiliki sifat seperti serat pangan larut. Pati resisten daya cernanya lambat sehingga pelepasan glukosa juga menjadi lambat (Noviasari dkk, 2015). Semakin tinggi konsentrasi minyak sawit merah diduga semakin tinggi terbentuknya pati resisten tipe 5 maka semakin rendah glikemik responnya.

Penambahan minyak sawit merah pada nasi diduga akan mempengaruhi gelatinisasi pada nasi. Hal ini disebabkan adanya minyak dan komponen bioaktif seperti β -karoten pada minyak sawit merah (Budiyanto dkk, 2010). Kar *et al.*, (2005) melaporkan adanya lemak dapat membentuk kompleks pati sehingga memperlambat gelatinisasi. Proses gelatinisasi terjadi ketika granula pati

mengalami pembengkakan yang luar biasa dan tidak dapat kembali ke keadaan semula. Mekanisme pembengkakan disebabkan bahwa molekul-molekul amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dapat dipertahankan dengan adanya ikatan hidrogen yang lemah (Tian *et al.*, 1991). Suhu di mana pati pecah disebut suhu gelatinisasi, yang dapat dicapai dengan penambahan air panas. Budijanto dan Yuliani (2012) menyatakan bahwa kadar amilosa dan amilopektin juga mempengaruhi suhu gelatinisasi pati. Amilosa dapat menghambat ekspansi granula pati dengan membentuk kompleks dengan lemak, menghasilkan viskositas puncak yang lebih rendah dan suhu adonan yang lebih tinggi (Sang *et al.*, 2008).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Penambahan minyak sawit merah pada nasi berpengaruh terhadap respon glikemik nasi
2. Konsentrasi dan waktu penambahan minyak sawit merah berpengaruh terhadap derajat gelatinisasi nasi

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beras

Beras (*Oryza sativa L.*) merupakan salah satu hasil pangan yang sangat penting dan paling banyak dikonsumsi oleh lebih dari setengah populasi dunia. Secara umum beras merupakan sumber pangan yang tergolong memiliki nilai indeks glikemik yang tinggi dengan rentang nilai yang luas. Nasi merupakan makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia dan negara-negara Asia lainnya. Berdasarkan kebutuhan energinya, 80% penduduk Asia memenuhi kebutuhan energinya dari nasi yang mengandung 80% karbohidrat, 7-8% protein dan 3% lemak dan serat (Afifah dan Zakiyah, 2020).



Gambar 1. Tanaman padi Varietas IR64
Sumber: (Mackill and Khush, 2018)

Klasifikasi Padi adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivision	: Spermathophyta
Division	: Magnoliophyta
Class	: Liliopsida
Subclass	: Commelinidae
Order	: Cyperales
Famili	: Poaceae/Gramineae
Genus	: <i>Oryza L</i>
Species	: <i>Oryza sativa L</i>

IR64 adalah varietas padi indica semi kerdil, dengan tinggi tanaman dewasa rata-rata sekitar 100 cm di Filipina. IR64 adalah varietas dalam waktu relatif awal, dengan total waktu pertumbuhan sekitar 117 hari. IR64 memiliki hasil yang tinggi, terutama dibandingkan dengan varietas IRRI, tetapi tidak setinggi beberapa varietas yang dilepas kemudian seperti IR72. IR64 dianggap sebagai kultivar tipe indica beranakan tinggi yang khas, berbeda dengan varietas NPT “tipe tanaman baru” yang memiliki anakan lebih rendah tetapi anakan besar dan ukuran malai (Okami *et al*, 2015). IR64 memiliki ketahanan yang relatif tahan lama terhadap BPH. Namun, dilaporkan memiliki ketahanan yang lebih baik daripada varietas lain dan memiliki ketahanan lapangan yang baik terhadap hama, menunjukkan antiobiosis, antixenosis dan toleransi. Sreewongchai dkk. (2010) menemukan bahwa IR64 memiliki ketahanan yang luas terhadap penyakit blas di Thailand. IR64 dikembangkan terutama untuk produksi padi beririgasi (Mackill and Khush, 2018)

2.2 Minyak Sawit Merah/ *Red Palm Oil* (RPO)

Minyak sawit merah merupakan produk turunan dari minyak sawit yang masih mengandung karoten sebagai provitamin A. Karakteristik RPO yaitu memiliki

komponen yang menyerupai CPO yaitu warna merahnya yang khas karena mengandung karoten yang cukup tinggi. Karoten pada minyak sawit merah berwarna merah kekuningan. Karotenoid dapat berfungsi sebagai antioksidan dan sumber vitamin A. Warna pada minyak sawit merah ini yang cerah dan berpotensi sebagai pewarna alami, akan tetapi sifat karoten yang mudah rusak akibat suhu tinggi dan oksidasi (Wulandari dkk, 2015).

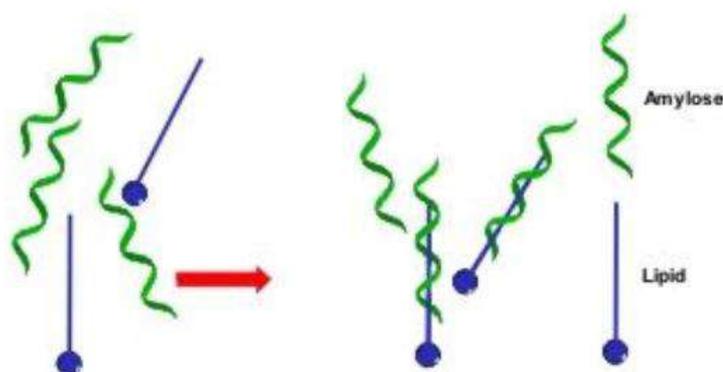
Tujuan utama dari proses pembuatan RPO adalah kandungan FFA yang rendah dengan kandungan karoten yang tinggi (Purnama *et al*, 2020). Pemurnian minyak sawit menjadi bahan baku minyak nabati, terdapat beberapa tahapan pemurnian yaitu degumming, deacidification, bleaching, deodorization dan fractionation. Minyak sawit merah adalah minyak sawit yang telah diekstraksi tanpa bleaching untuk mempertahankan kandungan karotenoidnya. Bahan baku minyak sawit merah adalah minyak sawit mentah yang diperoleh melalui proses ekstraksi dari mesocarp buah kelapa sawit. Keunggulan minyak sawit merah yaitu kandungan karotennya tidak hilang selama pengolahan dapat dijadikan makanan sehat karena minyak sawit merah berperan sebagai pembawa provitamin A dan vitamin E bagi konsumen. Minyak sawit merah juga dapat digunakan sebagai pewarna alami. agen Minyak sawit merah tidak direkomendasikan sebagai minyak nabati karena karotenoid yang dikandungnya rusak pada suhu tinggi (Sumarna, 2019).

Red Palm Oil (RPO) atau dikenal juga minyak sawit merah merupakan minyak fraksi olein hasil fraksinasi minyak sawit dan aman untuk dikonsumsi manusia serta tidak menyebabkan hipervitaminosis A. RPO berwarna kuning hingga oranye. Minyak kelapa sawit yang disimpan pada suhu 5-7°C dapat dibagi menjadi dua bagian (fraksi), yaitu fraksi cair yang disebut olein dan fraksi padat yang disebut stearin. Secara total, proses pemurnian minyak sawit dapat menghasilkan olein 73%, stearin 21%, PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) 5%, dan limbah 0,5% (Wulandari dkk, 2019). Beta-karoten adalah senyawa organik yang tidak larut dalam air dan pelarut organik polar seperti metanol dan etanol. Beta-karoten termasuk golongan pigmen karotenoid, yang secara biologis aktif sebagai provitamin A. Beta-karoten adalah provitamin A yang paling efektif, beta-karoten sesuai dengan dua molekul vitamin A (Budiyanto dkk, 2010).

2.3 Pati Resisten Tipe 5

Pati resisten tipe 5, istilah pati resisten pertama kali dicetuskan oleh Englyst *et al.* (1982) menjelaskan sebagian kecil pati yang resisten terhadap hidrolisis dengan pengobatan lengkap dengan alfa-amilase dan pullulanase (enzim yang memutus ikatan α -1,6 dalam kelompok makromolekul karbohidrat seperti pati) secara in vitro. RS adalah pati yang tidak terhidrolisis setelah 120 menit inkubasi (Englyst *et al.*, 1992). Namun, karena pati yang masuk ke usus besar dapat difermentasi ke tingkat yang lebih besar atau lebih kecil oleh mikroflora usus, Pati resisten tipe 5 sekarang didefinisikan sebagai bagian dari pati makanan yang menghindari pencernaan di usus kecil. Diukur antara total pati (TS) yang diperoleh dari sampel makanan yang dihomogenisasi secara kimia dan diperlakukan secara kimia dan jumlah RDS dan SDS yang diperoleh dari sampel makanan yang tidak dihomogenkan dengan pencernaan enzim (Sajilata *et al.*, 2006).

Pati resisten tipe 5 dapat terbentuk dari pembentukan kompleks amilosa-lipid baik secara alami pada tumbuhan maupun selama proses pengolahan. Pati resisten tipe merupakan jenis pati resisten tipe 5 yang dibentuk oleh interaksi amilosa dan lipid membentuk kompleks heliks linier (Birt *et al.*, 2013). Molekul asam lemak yang memasuki rongga amilosa kemudian mencegah enzim amilolitik memecah pati. Selain itu, kompleks amilosa-lipid mampu membatasi gelatinisasi pati. Kompleks amilosa-lipid pati resisten tipe 5 dapat terbentuk dengan cepat dan dapat terbentuk kembali setelah adanya proses pemasakan, sehingga memiliki sifat stabil terhadap panas. Ilustrasi pembentukan kompleks amilosa-lipid ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. Skema pembentukan kompleks amilosa-lipid (Mazzocchetti, 2015)

Menurut Caballero *et al.* (2016) keberadaan lipid menginduksi perubahan konformasi melalui rantai amilosa menjadi kompleks amilosa-lipid, yaitu interaksi rantai lipid alifatik dengan bagian hidrofobik di dalam polisakarida. Kompleks inilah yang kemudian disebut sebagai stable imperfect helix. Pembentukan kompleks amilosa-lipid dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sifat pati, lipid dan suhu pemanasan. Pati dengan kandungan amilosa tinggi dapat membentuk kompleks amilosa-lipid lebih banyak dibandingkan pati dengan kandungan amilopektin tinggi. Jenis lipid yang dapat membentuk kompleks dengan amilosa antara lain asam lemak bebas, monogliserida, fosfolipid, dan alkohol rantai panjang. Jenis asam lemak yang meliputi panjang rantai, saturasi dan konsentrasi mempengaruhi sifat kompleks amilosa-lipid yang terbentuk. Zabar *et al.* (2009) asam lemak jenuh menghasilkan kompleks amilosa-lipid dengan kecenderungan struktur lebih kristal. Kompleks amilosa-lipid yang dihasilkan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi asam lemak. Namun, tergantung pada jenis asam lemaknya, terdapat konsentrasi optimal untuk membentuk kompleks. Semakin jenuh dan panjang rantai asam lemak hidrofobik, semakin besar resistensi kompleks amilosa-lipid pati resisten tipe 5 terhadap aksi enzim amilolitik. Diketahui bahwa pembentukan kompleks amilosa-lipid yang terkandung dalam pati resisten tipe 5 mengurangi hiperglikemia postprandial terkait dengan ketahanannya terhadap pencernaan enzim. Hal tersebut dapat bermanfaat dalam pencegahan penyakit diabetes (Putseys *et al.*, 2010).

2.4 Respon Glikemik

Respons glikemik merupakan kondisi fisiologis kadar glukosa darah selama periode tertentu setelah seseorang mengonsumsi pangan (Arif dkk, 2013). Indeks glikemik adalah penilaian kuantitatif makanan berdasarkan respon glukosa darah. Biasanya dilakukan dengan mengukur pengaruh 50 gram karbohidrat yang tersedia dari makanan uji glukosa darah bila dibandingkan dengan makanan kontrol, biasanya roti. Indeks glikemik dikategorikan rendah dengan rentan 0-55, sedang yaitu 56-70 dan tinggi >70 (Obloh *et al*, 2010). Indeks glikemik adalah suatu metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan konsumsi karbohidrat

berdasarkan efeknya pada kadar glukosa darah postprandial (Afifah dan Zakiyah, 2020).

Menurut Hoerudin (2012), makanan dengan indeks glikemik rendah dan tinggi dapat dibedakan dari kecepatan pencernaan dan penyerapan glukosa serta variasi konsentrasinya dalam darah. Makanan dengan indeks glikemik rendah memiliki proses pencernaan yang lambat, sehingga pengosongan lambung pun lambat. Akibatnya suspensi makanan (bubur) mencapai usus halus lebih lambat sehingga memperlambat penyerapan glukosa di usus halus. Terakhir, fluktuasi kadar gula darah relative kecil, seperti yang ditunjukkan oleh kurva respon glikemik yang miring. Sebaliknya, makanan dengan indeks glikemik tinggi ditandai dengan pengosongan lambung yang cepat, pencernaan karbohidrat dan penyerapan glukosa, sehingga fluktuasi kadar gula darah juga relative besar. Ini karena sebagian besar penyerapan glukosa hanya terjadi di bagian atas usus kecil.

2.5 Gelatinisasi

Pati dalam jaringan tanaman mengandung berbagai granula pati. Ketika pati ditempatkan dalam air dingin, granula pati menyerap air, sehingga butiran pati membengkak, tetapi jumlah air yang terserap dan pembengkakan terbatas. Pembengkakan selanjutnya memungkinkan granula pati kembali ke keadaan semula (Yanungtyas, 2013). Pati dalam jaringan tanaman memiliki berbagai bentuk granular. Tampilan mikroskopis granula pati seperti bentuk, ukuran, keseragaman dan letak pati merupakan ciri khas dari setiap jenis pati (Koswara, 2013). Menurut Hustiany (2006), amilosa dan amilopektin terdapat dalam bentuk cincin pada struktur granula pati. Jumlah cincin dalam granula pati yaitu kurang lebih 16, beberapa di antaranya adalah cincin lapisan amorf dan cincin yang merupakan lapisan semi kristal.

Menurut Winarno (2004), gelatinisasi adalah suatu proses dimana granula pati membengkak secara luar biasa dan tidak dapat kembali ke keadaan semula. Suhu di mana pati pecah disebut suhu gelatinisasi, yang dapat dicapai dengan

penambahan air panas. Ketika suspensi pati dipanaskan dalam air, air menembus lapisan luar butiran dan butiran ini mulai membengkak. Butiran bisa membengkak hingga lima kali volume aslinya. Suhu sekitar 85°C, granula pati terbelah dan isinya tersebar merata di air sekitarnya. Molekul rantai panjang mulai terbuka atau terurai dan campuran pati atau air menjadi semakin kental dan membentuk padatan. Jika rasio pati dan air cukup tinggi, ketika molekul pati mendingin, mereka membentuk jaringan yang menjebak molekul air, membentuk gel. Seluruh proses ini disebut gelatinisasi (Gaman dan Sherrington, 1992).

Gelatinisasi adalah proses di mana granula pati kehilangan molekulnya secara permanen, yang dikenal sebagai birefringence, ini terjadi ketika granula pati dipanaskan dengan air berlebih. Proses gelatinisasi diawali dengan pembengkakan granula akibat putusannya ikatan hidrogen bagian amorf. Selain itu, air yang bertindak sebagai plasticizer diserap dan terjadi hidrasi berlebihan dan pembengkakan di daerah amorf ketika suhu naik, menyebabkan pecahnya kristal dan kemudian terhidrasi dan mencair. Kemudian, molekul primer, terutama amilosa, terlepas dari butiran dan meningkatkan viskositas (Manaois, 2009). Menurut Gaman dan Sherrington (1992), gelatinisasi pati sangat penting dalam proses pengolahan. Contohnya adalah gelatinisasi saat mengentalkan berbagai saus, sup, dan saus dengan menambahkan tepung dan tepung maizena.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengembangan Produk Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2023.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan yaitu beras varietas IR64 dan minyak sawit merah (Salmira), glukosa, KOH 0,2 N, HCl 0,5 N 38%, Iodine, Kalium Iodida (KI), aquades, alumunium foil dan bahan kimia untuk analisis proksimat.

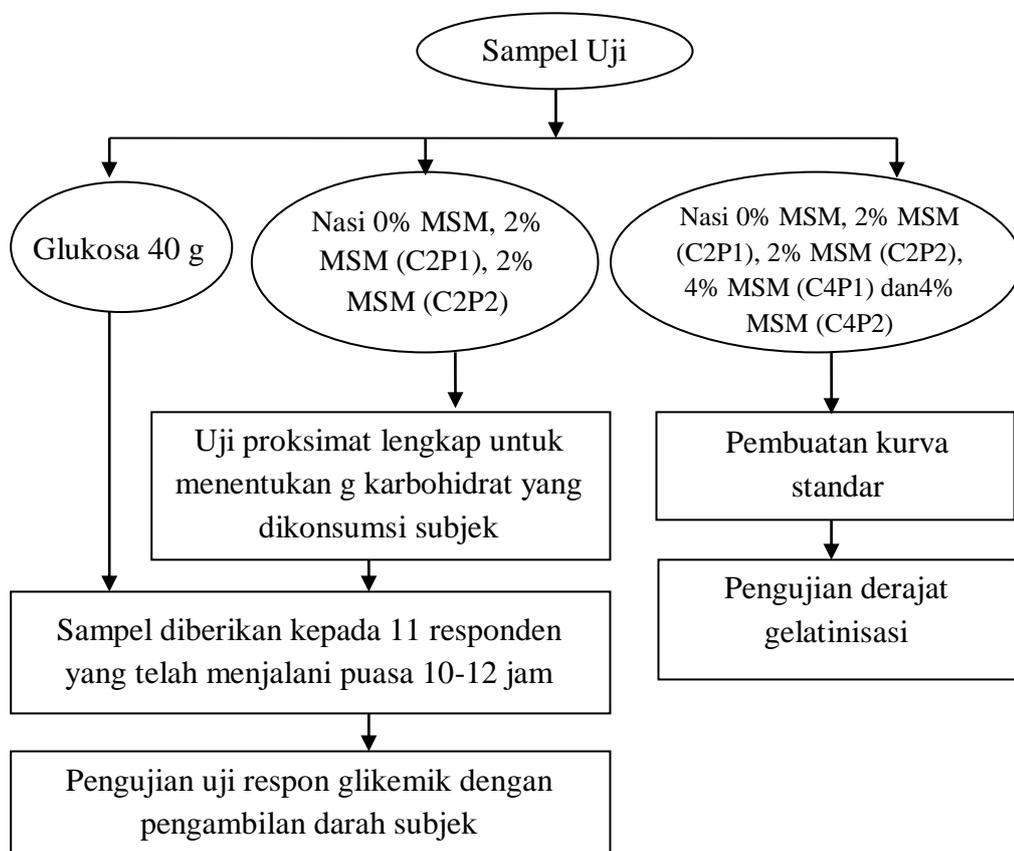
Alat yang digunakan antara lain *ricecooker* (miyako), *glucose meter* (GlucoDr), mikropipet, tabung reaksi, vortex (H-VM-400), waterbath, sentrifuse (Plc Series), spektrofotometer UV-Vis (Inesa), erlenmeyer, gelas beker, timbangan analitik, oven, kuvet, batang pengaduk, spatula.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Respon Glikemik

Penelitian respon glikemik ini menggunakan tiga sampel uji, antara lain nasi dengan penambahan minyak sawit merah sebelum dimasak, nasi dengan penambahan minyak sawit merah setelah dimasak, dan nasi putih biasa. Sampel nasi dianalisis proksimat terlebih dahulu untuk menentukan jumlah sampel nasi

yang akan dimakan pada responden dengan formulasi komposisi makanan yang terdiri dari X g karbohidrat. Dilakukan uji respon glikemik dengan menggunakan 11 subjek dengan 4 sampel yaitu, glukosa, nasi 0% MSM (C0), Nasi 2% MSM sebelum dimasak (C2P1) dan Nasi 2% MSM setelah dimasak (C2P2). Konsentrasi yang digunakan berdasarkan dari uji *Central Location Test* (CLT) dan *Focus Group Discussion* (FGD) yang telah dilakukan bahwa perlakuan terbaik yaitu pada konsentrasi penambahan MSM 2%. Selanjutnya dilakukan perhitungan respon glikemik dengan menghitung luas area di bawah kurva (LADK). Data diolah diuji analisis sidik ragam (Anova $\alpha = 5\%$) dan uji beda nyata terkecil (BNT) dan data yang diperoleh dianalisis statistik menggunakan aplikasi SPSS.



Gambar 3. Diagram Alir Metode Penelitian

3.3.2 Derajat Gelatinisasi

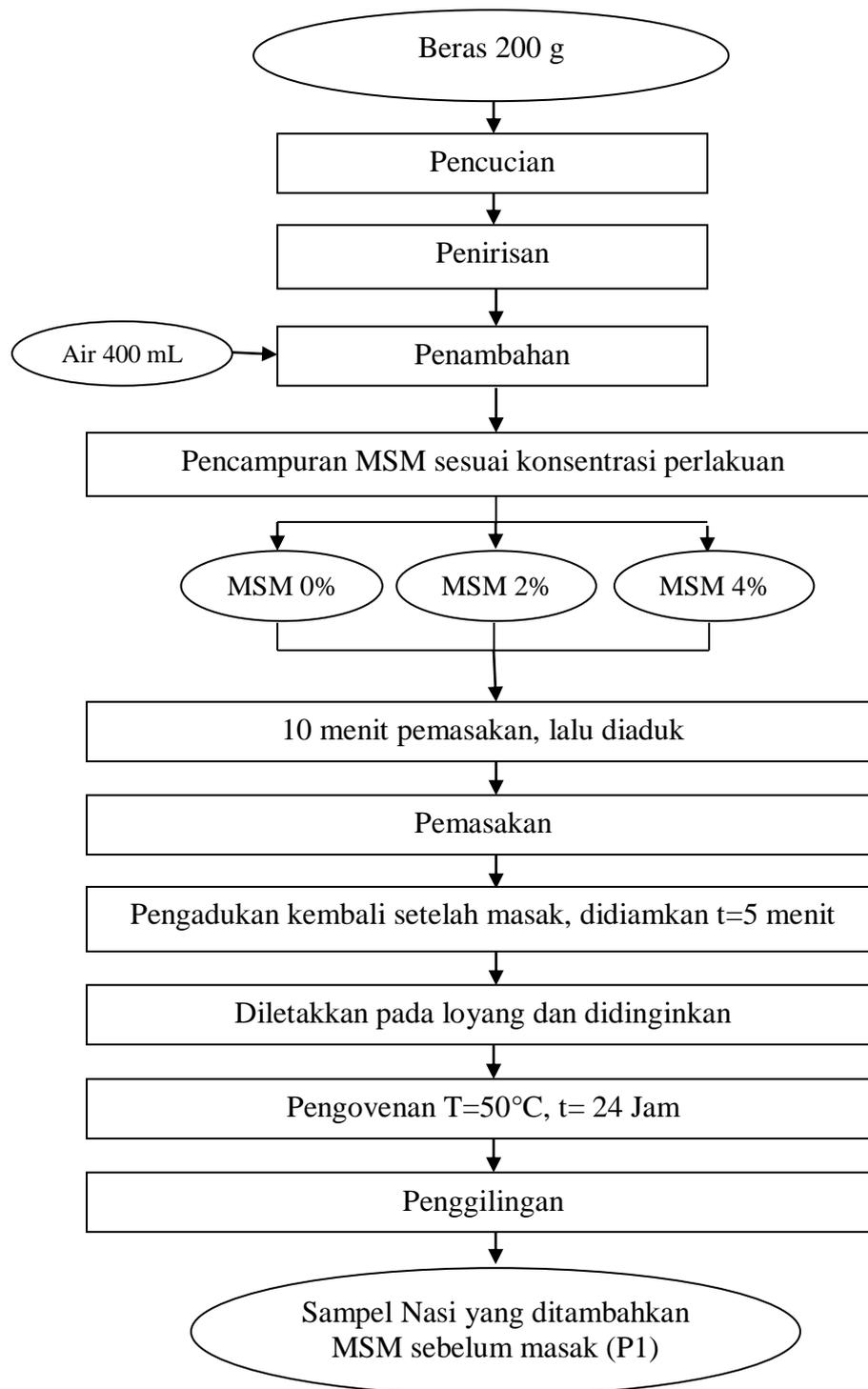
Derajat geletinisasi pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) factorial. Faktor pertama adalah konsentrasi minyak sawit

merah pada nasi (C) terdiri tiga taraf perlakuan yaitu: 0% (C0), 2% (C2), dan 4%(C4) (b/b). Faktor kedua adalah waktu penambahan (P) terdiri dari dua taraf yaitu sebelum pemasakan(P1) dan setelah pemasakan (P2). Pengujian derajat gelatinisasi dengan 5 sampel (C0, C2P1, C2P2, C4P1 dan C4P2) dengan 3 kali ulangan. Lima sampel yang digunakan berdasarkan hasil *Focus Group Discussion* (FGD) dan *Central Location Test* (CLT) untuk sampel nasi 2% penambahan MSM perlakuan terbaik dan nasi 4% penambahan MSM merupakan konsentrasi tertinggi yang masih bisa diterima oleh para panelis/responden. Selanjutnya data diolah dengan dianalisis sidik ragam untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antar perlakuan. Analisis data dilanjutkan dengan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Data yang diperoleh dianalisis statistik menggunakan aplikasi SPSS.

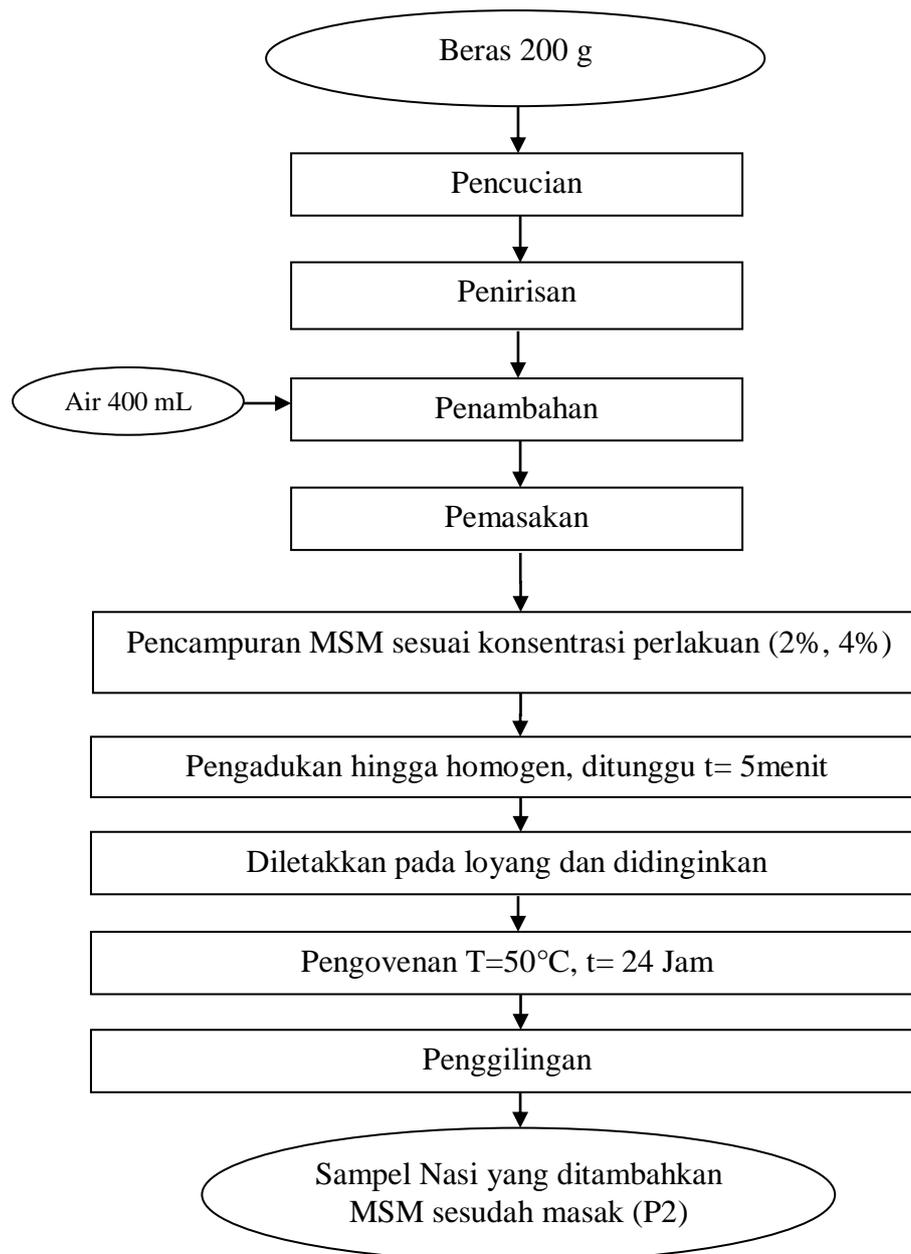
3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Sampel Uji

Persiapan sampel P1 beras varietas IR64 ditimbang sebanyak 200 g lalu dilakukan pencucian sebanyak 3 kali. Selanjutnya beras yang sudah bersih dilakukan penirisan selama 5 menit. Setelah ditiriskan selama 5 menit, beras dimasukkan pada ricecooker dan ditambahkan air sebanyak 400 ml. Selanjutnya pencampuran minyak sawit merah sesuai dengan konsentrasi perlakuan yang digunakan yaitu konsentrasi 0% dan konsentrasi 2%. Rice cooker dinyalakan dan ditunggu selama 10 menit pemasakan kemudian diaduk rata. Pemasakan dilakukan sampai nasi matang dan dilakukan pengadukan kembali setelah masak, setelah itu didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya diletakkan pada loyang dan didinginkan kemudian dilakukan pengovenan selama 24 jam pada suhu 50°C lalu digiling. Diagram alir proses persiapan sampel P1 (penambahan MSM sebelum nasi masak) dapat dilihat pada Gambar 4. Persiapan sampel P2 dilakukan sama akan tetapi untuk perlakuan C2P2 penambahan MSM pada saat nasi telah matang lalu di diamkan. Diagram alir proses persiapan sampel P2 (penambahan MSM sesudah nasi masak) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Persiapan sampel P1 (penambahan MSM sebelum nasi masak)

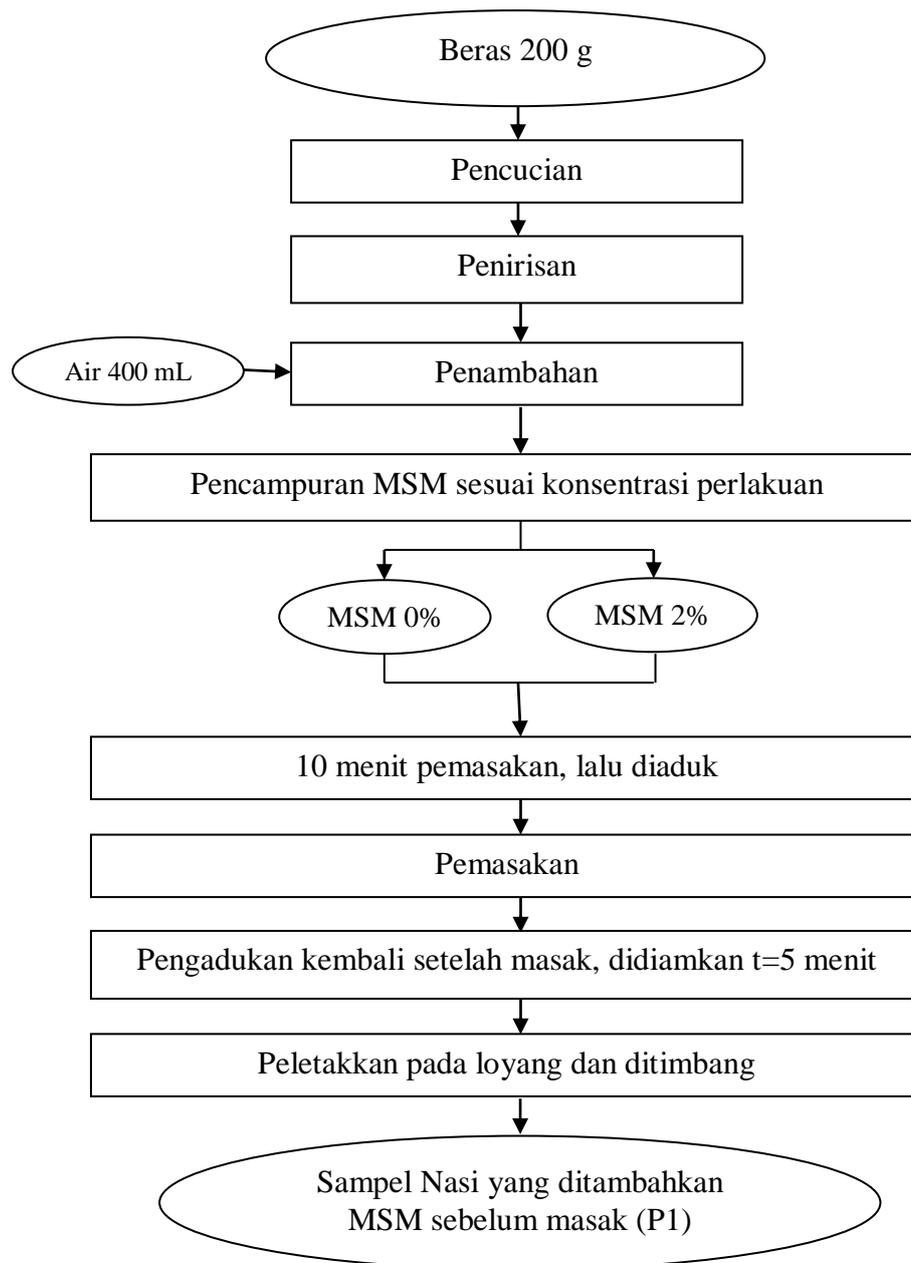


Gambar 5. Persiapan sampel P2 (penambahan MSM sesudah nasi masak)

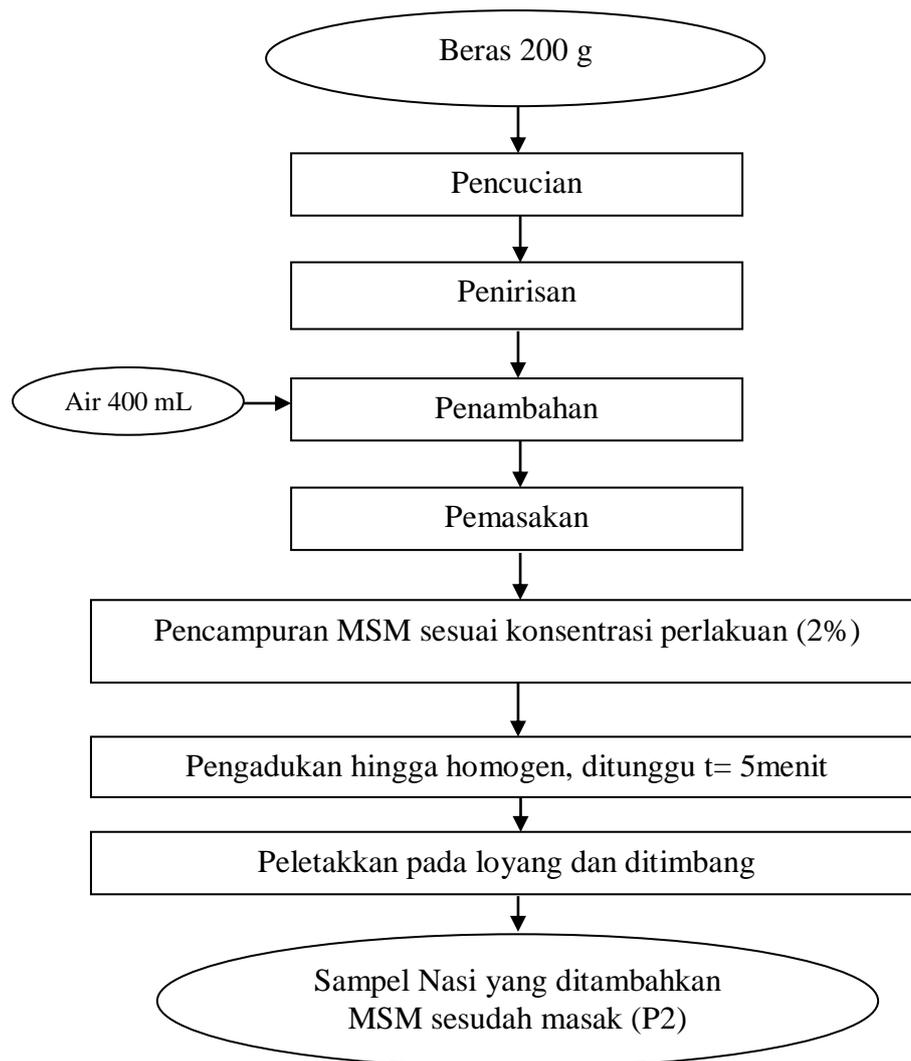
3.4.2 Persiapan Sampel Uji Respon Glikemik

Persiapan sampel P1 nasi, beras varietas IR64 ditimbang sebanyak 200 g lalu dilakukan pencucian sebanyak 3 kali. Selanjutnya beras yang sudah bersih dilakukan penirisan selama 5 menit. Setelah ditiriskan selama 5 menit, beras dimasukkan pada ricecooker dan ditambahkan air sebanyak 400 ml. Selanjutnya perlakuan 0% tidak ditambahkan minyak sawit merah. Selanjutnya untuk peralakuan P1 pencampuran minyak sawit konsentrasi 2% dan diaduk rata, Selanjutnya ricecooker dimasak hingga matang, dan diaduk rata. Setelah itu nasi didiamkan selama 5 menit. Nasi dikeluarkan dan diletakkan pada termos dan ditimbang sesuai dengan berat yang telah dihitung untuk konsumsi responden.

Persiapan sampel P2 nasi, beras varietas IR64 ditimbang sebanyak 200 g lalu dilakukan pencucian sebanyak 3 kali. Selanjutnya beras yang sudah bersih dilakukan penirisan selama 5 menit. Setelah ditiriskan selama 5 menit, beras dimasukkan pada ricecooker dan ditambahkan air sebanyak 400 ml. Selanjutnya ricecooker dimasak hingga matang. Selanjutnya untuk peralakuan P2 pencampuran minyak sawit konsentrasi 2% dan diaduk rata. Setelah itu nasi didiamkan selama 5 menit. Nasi dikeluarkan dan diletakkan pada termos dan ditimbang sesuai dengan berat yang telah dihitung untuk konsumsi responden. Diagram alir proses persiapan sampel nasi untuk uji respon glikemik, sampel P1 pada gambar 6 dan sampel P2 pada gambar 7.



Gambar 6. Persiapan sampel P1 respon glikemik



Gambar 7. Persiapan sampel P2 respon glikemik

3.5 Pengamatan

Penelitian ini dilakukan analisis proksimat terhadap sampel nasi dengan penambahan minyak sawit merah yang dilanjutkan dengan pengamatan terhadap respon glikemik pada responden yang mengkonsumsi sampel, serta penelitian ini dilakukan pengamatan derajat gelatinisasi pada nasi.

3.5.1 Analisis Proksimat

Analisis proksimat (Fathul, 2013) sampel yang terdiri dari analisis kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar serat dan kadar karbohidrat yang bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan nutrisi dalam sampel nasi yang akan diberikan kepada subjek. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui berapa banyak jumlah sampel yang akan diberikan kepada subjek untuk dikonsumsi pada uji respon glikemik.

3.5.1.1 Kadar Air

Pengujian kadar air sampel nasi dilakukan dengan metode gravimetri. Cawan porselen kosong panaskan dalam oven 105°C selama ±1 jam, kemudian dinginkan kedalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang cawan porselen kosong(A) tersebut serta dicatat. Sampel nasi yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak ±1 gram dalam cawan porselen tersebut, lalu timbang bobotnya (B). Cawan berisi sampel dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 6 jam, dinginkan didalam desikator selama 15 menit. Timbang cawan porselen yang berisi sampel analisis (C) dan dicatat. Pengukuran kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air}(\%) = \frac{(B - A) \text{ gram} - (C - A) \text{ gram}}{(C - A) \text{ gram}} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Bobot cawan porselen (gram)

B = Berat cawan + sampel analisis sebelum dipanaskan (gram)

C = Berat cawan + sampel analisis setelah dipanaskan (gram)

$$BK = 100\% - KA$$

Keterangan:

BK = Kadar bahan kering (%)

KA = Kadar air (%)

3.5.1.2 Kadar Abu

Pengujian kadar abu sampel nasi dilakukan dengan metode gravimetri. Pengukuran kadar abu dilakukan dengan mengeringkan cawan porselen yang dimasukkan pada oven dengan suhu 105°C selama ±1 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang cawan porselen kosong (A) tersebut serta dicatat. Sebanyak 1 g sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselen (B). Cawan porselen berisi sampel selanjutnya dimasukkan dalam tanur pada suhu maksimum 550-600°C selama 2 jam. Matikan tanur lalu diamkan selama 1 jam supaya suhu didalam tanur turun. Sampel kemudian dikeluarkan dan dimasukkan dalam desikator, selanjutnya dilakukan penimbangan cawan porselen berisi abu (C) dicatat dan dihitung. Perhitungan kadar abu dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(C - A) \text{ gram}}{(B - A) \text{ gram}} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Bobot cawan porselen (gram)

B = Berat cawan + sampel analisis sebelum diabukan (gram)

C = Berat cawan + sampel analisis setelah diabukan (gram)

3.5.1.3 Kadar Lemak

Penentuan kadar lemak pada sampel nasi dilakukan dengan metode ekstraksi Soxhlet. Prosedur analisis kadar lemak yaitu panaskan kertas saring di dalam oven 105°C selama 6 jam, kemudian dinginkan selama 1 menit. Timbang

bobot kertas saring (A). Tambahkan sampel sebanyak $\pm 0,1$ gram kemudian timbang bobot kertas sampel yang sudah ditambahkan sampel analisis (B). Lipat kertas, panaskan di dalam oven 105°C selama 6 jam, kemudian dinginkan di dalam desikator selama 15 menit. Kemudian timbang bobotnya (C). Masukkan kertas aring ke dalam soxhlet (ekstraktor). Hubungkan soxhlet dengan kondensor, alirkan air ke dalam kondensor. Didihkan selama 6 jam (dihitung mulai dari mendidih). Matikan alat pemanas, kemudian hentikan aliran air. Ambil lipatan kertas saring yang berisi residu dan panaskan di dalam oven 105°C selama 6 jam, kemudian dinginkan di dalam desikator selama 15 menit. Timbang bobotnya (D). hitung kadar lemak dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Lemak}(\%) = \frac{(C - A) - (D - A)}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Bobot kertas saring (gram)

B = Bobot kertas + sampel analisis sebelum dipanaskan (gram)

C = Bobot kertas + sampel analisis sesudah dipanaskan (gram)

D = bobot kertas + residu sesudah dipanaskan (gram)

3.5.1.4 Kadar Protein

Pengukuran kadar protein dengan menggunakan metode kjedahl. Timbang kertas saring (A) lalu masukkan sampel analisis sebanyak $\pm 0,1$ gram. Lipat kertas saring kemudian masukkan kertas saring ke dalam labu kjedahl lalu timbang 5 ml H_2SO_4 pekat. Tambahkan 0,2 gram atau secukupnya katalisator. Nyalakan alat destruksi kemudian mulai proses destruksi. Matikan alat destruksi, diamkan sampai dingin di ruang asam. Tambahkan 200 ml aquades. Siapkan 25 ml H_3BO_3 di gelas erlenmeyer, kemudian tetesi 2 tetes indikator (larutan berubah menjadi ungu), masukkan ujung alat kondensor ke dalam gelas erlenmeyer tersebut dalam posisi terendam. Kemudian nyalakan alat destilasi. Tambahkan 50 ml NaOH ke dalam labu kjedahl tersebut secara cepat dan hati-hati. Amati larutan yang ada di gelas

erlenmeyer (berubah menjadi hijau). Angkat ujung alat kondensor yang terendam, apabila larutan telah menjadi 50 cc. Matikan alat destilasi, bilas ujung alat kondensor dengan aquades. Siapkan alat titrasi, isi buret dengan larutan HCl. Amati dan baca angka pada buret (L1). Lakukan titrasi dengan perlahan, amati larutan yang terdapat pada gelas erlenmeyer. Hentikan titrasi apabila larutan berubah menjadi warna ungu. Amati buret dan baca angkanya (L2). Hitung jumlah NaOH (L1-L2). Lakukan kembali langkah-langkah di atas tanpa menggunakan sampel analisis sebagai blanko. Hitung persentase nitrogen dengan rumus sebagai berikut:

$$N(\%) = \frac{(L_{\text{sampel}} - L_{\text{blanko}}) \times N_{\text{basa}} \times \frac{N}{1000}}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

N = Besarnya kandungan nitrogen (%)

Lblanko = Volume titran untuk blanko (ml)

Lsampel = Volume titran untuk sampel (ml)

N basa = Normalitas NaOH sebesar 0,1

N = berat atom nitrogen sebesar 14

A = bobot kertas saring biasa (gram)

B = bobot kertas saring biasa berisi sampel (gram)

Hitung kadar protein:

$$KP = N \times fp$$

Keterangan:

NP = Kadar protein kasar (%)

N = Kandungan nitrogen (%)

fp = angka faktor protein (nabati sebesar 6,25; hewani sebesar 5,56)

3.5.1.5 Kadar Serat Kasar

Timbang kertas berukuran 8x8 cm² dan catat bobotnya (A). Tambahkan sampel sebanyak ±0,1 gram (B). Tuangkan sampel ke dalam gelas erlenmeyer.

Tambahkan 200 ml H₂SO₄. Hubungkan gelas erlenmeyer dengan kondensor. Panaskan selama 30 menit (terhitung sejak mendidih). Saring dengan corong kaca beralas kain linen. Bilas dengan aquades panas dengan botol semprot sampai bebas asam. Lakukan uji kertas lakmus untuk mengetahui bebas asam (kertas lakmus tidak menjadi warna merah). Masukkan kembali residu ke dalam gelas erlenmeyer. Tambahkan 200 ml NaOH. Hubungkan gelas erlenmeyer dengan kondensor. Panaskan selama 30 menit (terhitung sejak mendidih). Saring dengan corong kaca beralas kertas saring whatmanashless no.541 dengan diameter 12 cm yang sudah diketahui bobotnya (C). Bilas dengan aquades sampai bebas basa. Lakukan uji kertas lakmus untuk mengetahui bebas asam (kertas lakmus tidak menjadi warna biru). Bilas dengan aseton, lipat kertas saring, panaskan didalam oven 105°C selama 6 jam, kemudian dinginkan di dalam desikator selama 15 menit. Timbang bobotnya (D). Letakkan ke dalam cawan porselen yang sudah diketahui bobotnya (E). Abukan di dalam tanur 600°C selama 2 jam. Matikan tanur lalu diamkan selama 2 jam sampai warna merah membara pada cawan tidak lagi nampak. Dinginkan di dalam desikator sampai mencapai suhu ruang kemudian timbang (F). Hitung kadar serat kasar sebagai berikut:

$$KS(\%) = \frac{(D - C) - (F - E)}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

KS = kadar serat kasar (%)

A = bobot kertas saring (gram)

B = bobot kertas saring + sampel (gram)

C = bobot kertas saring whatmanashless (gram)

D = bobot kertas saring whatmanashless + residu (gram)

E = bobot cawan porselen (gram)

F = bobot cawan porselen berisi abu (gram)

3.5.1.6 Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat pada sampel dihitung secara *by difference*, yaitu dengan cara mengurangkan 100% dengan nilai total dari kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar serat kasar.

$$\text{Kadar Karbohidrat (\%)} = 100\% - (KA - Kab - KP - KL - KS)$$

Keterangan:

KA = Kadar Air (%)

Kab = Kadar Abu (%)

KP = Kadar Protein (%)

KL = Kadar Lemak (%)

KS = Kadar Serat Kasar (%)

3.5.2 Respon Glikemik

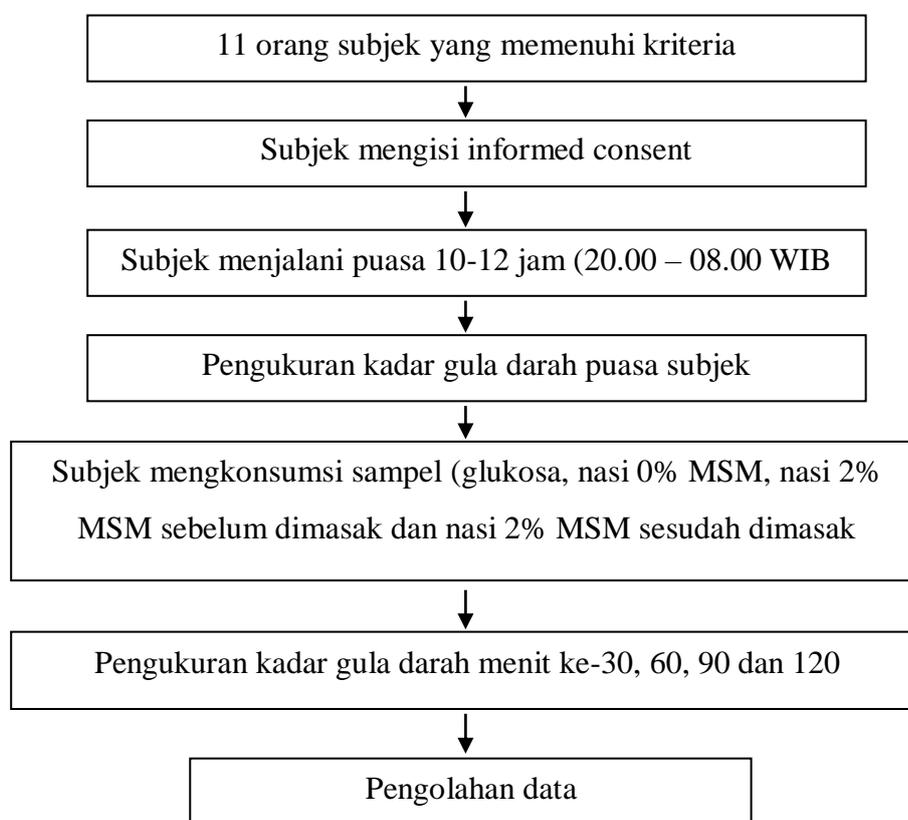
Penentuan respon glikemik menggunakan mahasiswa Universitas Lampung sebanyak 11 orang (6 perempuan dan 5 laki-laki). Pengukuran respon glikemik ini dengan menggunakan metode El (1999) yang dimodifikasi oleh Nurdin dkk, (2018) pengukuran glukosa darah menggunakan alat *glucose meter* (GlukoDr). Syarat-syarat responden antara lain sehat, non-diabetes, tidak merokok, memiliki kadar glukosa puasa normal (70-100 mg/dl) menurut American Diabetes Association, (2014) in Marbun and Mariani. (2016), dan memiliki nilai indeks massa tubuh (IMT) normal dalam kisaran 18,5-22,9 (Kg/m²). Cara menentukan Indeks Massa Tubuh (IMT) yaitu membandingkan berat badan (kg) dengan tinggi badan (m) dikali tinggi badan (m). Setelah didapatkan hasil indeks massa tubuh dicocokkan dengan kategori nilai massa tubuh (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi nilai Indeks massa tubuh

IMT (kg/m²)	Klasifikasi
<18,5	BB kurang
18,5 - 22,9	BB normal
≥23	BB lebih
23 - 24,9	Dengan resiko
25 - 29,9	Obesitas 1
≥30	Obesitas 2

Sumber: Nurdin dkk. (2018)

Prosedur dilakukannya respon glikemik nasi adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Diagram Alir Respon Glikemik

Responden yang diajak untuk uji respon glikemik ini dilakukan dengan membagikan link formulir yang berisi penjelasan singkat mengenai uji respon glikemik yang akan dilakukan, serta isi dari formulir tersebut yang dapat mengetahui syarat menjadi responden serta kesediaan responden untuk mengikuti

uji ini sampai dengan selesai. Responden diberi penjelasan untuk melakukan uji respon glikemik ini. Pengujian dimulai, responden menjalani istirahat yang cukup dan sehat, responden menjalani puasa sekurang-kurangnya 10 - 12 jam (dari jam 20.00 sampai jam 08.00 WIB) kecuali minum air putih sebelum dilakukannya pengukuranglukosa darah. Sampel darah diambil menggunakan *lancing device* pada menit ke 0 (saat responden masih puasa atau sebelum diberikan sampel nasi) lalu darah di test pada *stripstest* (GlukoDr Test Strips), selama pengambilan darah berlangsung responden bersifat santai, duduk diruangan (tidak boleh melakukan pekerjaan berat). Kemudian responden mengkonsumsi sampel nasi, setelah itu sampel darah responden diambil kembali pada menit ke-30, 60, 90 dan 120. Jarak pengujian respon glikemik pada responden untuk perperlakuan adalah 4-7 hari. Sampel nasi yang diberikan pada responden yaitu nasi tanpa perlakuan (0%), nasi dengan penambahan minyak sawit merah (perlakuan 2%) sebelum dan sesudah dimasak dan perlakuan kontrol yaitu glukosa. Sampel yang dikonsumsi setara dengan 40 g available karbohidrat, yang masing-masing sampel dihitung dengan rumus sebagai berikut Nurdin dkk. (2018):

$$A = \% \text{ Karbohidrat (b.k.)} - \% \text{ serat (b.k.)}$$

$$B = 100 - \text{Kadar Air (b.k.)}$$

$$C = \frac{A}{B} \times 100\%$$

$$D = \text{Kadar Air (b.b.)}$$

$$E = 100 \text{ g} - D$$

$$F = C \times E$$

$$G = \frac{40 (\text{setara } 40 \text{ g available karbohidrat})}{F} \times 100$$

Kadar glukosa darah (pada setiap waktu pengambilan sampel) yang diperoleh kemudian ditebar pada dua sumbu, yaitu sumbu x (waktu dalam menit) dan sumbu y (kadar glukosa darah). Kadar gula darah subjek diplotkan ke dalam grafik dan dicari luas area dibawah kurva (LADK) (Nurdin dkk., 2018). Perhitungan dengan metode ini dilakukan dengan cara membagi area di bawah kurva menjadi beberapa bagian yang dibatasi 1 garis horizontal (kadar glukosa darah puasa), dan beberapa garis vertikal sesuai batas waktu pengambilan darah.

Bagian yang terbentuk dihitung masing-masing luasnya dengan rumus luas bangun sesuai bentuknya. Menurut Syahrul (2017) Luas area dibawah kurva dapat diperoleh dengan perhitungan manual (luas trapesium), dihitung luas masing-masing bangun dalam kurva lalu dijumlahkan. Perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L = \frac{\text{Jumlah sisi sejajar}}{2} \times t$$

Keterangan:

L = Luas trapesium

t = Tinggi trapesium

3.5.3 Derajat Gelatinisasi

Analisis pengukuran derajat gelatinisasi menggunakan metode spectroscopy yang dikembangkan oleh Birch *et al.* (1999). Penentuan derajat gelatinisasi diawali dengan pembuatan kurva standar yang menggambarkan hubungan antara derajat gelatinisasi dan absorbansi. Sampel yang digunakan untuk pembuatan kurva standar adalah sampel dengan derajat gelatinisasi 0 – 100%, yang dipersiapkan dengan cara sebagai berikut:

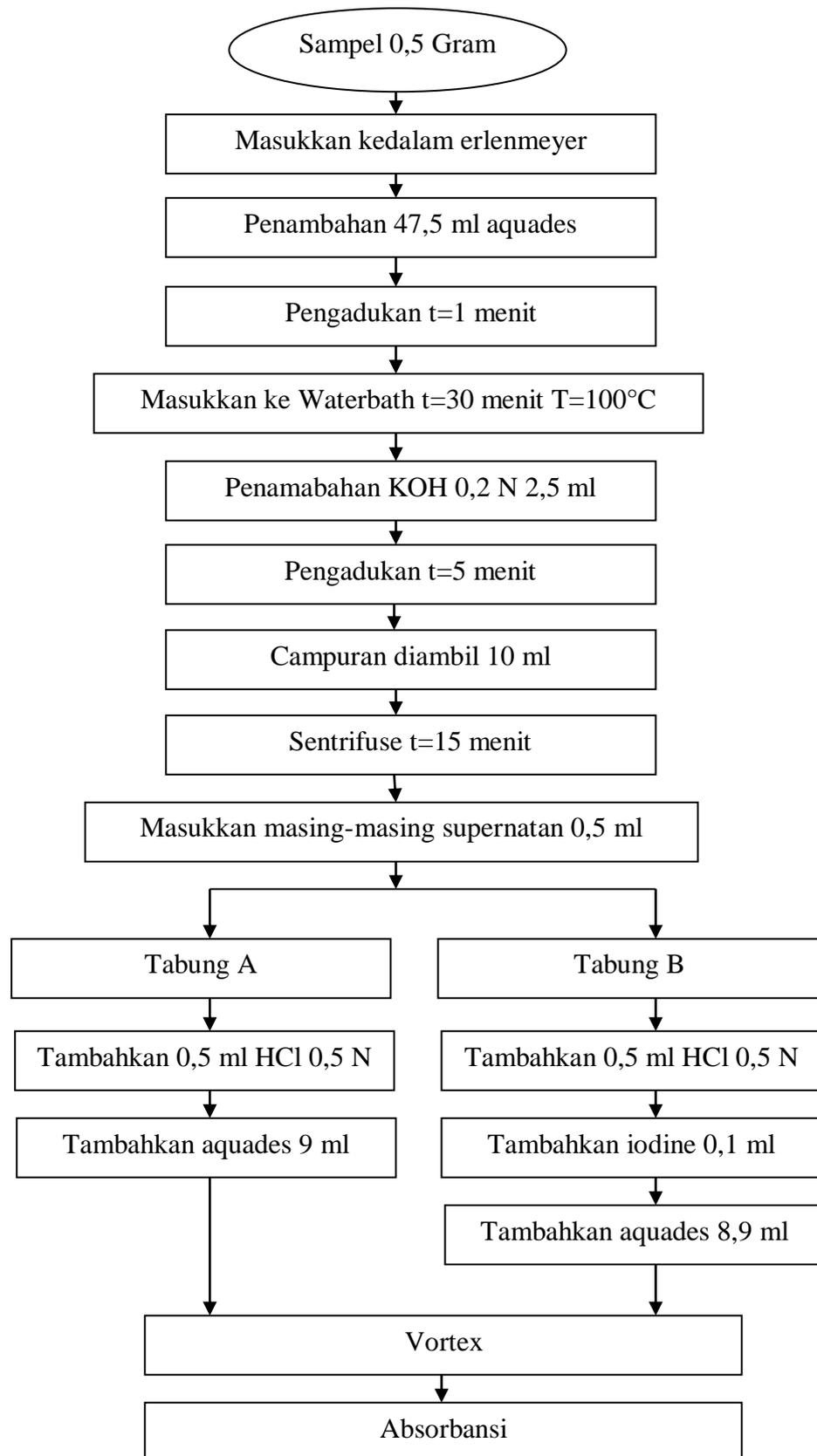
- a. Sampel disiapkan dengan derajat gelatinisasi 100% dengan cara 1 gram tepung ubi jalar ungu direbus dalam 100 ml air selama 30 menit. Perebusan dilakukan dalam keadaan tertutup.
- b. Sampel disiapkan dengan derajat gelatinisasi 0% dengan cara suspensi 1 gram tepung ubi jalar ungu dilarutkan dalam 100 ml air.
- c. Sampel disiapkan dengan derajat gelatinisasi tertentu (0 – 100%) dengan cara sampel a dan b dicampurkan dengan persentase derajat gelatinisasi pati 0% (0:100), 20% (20:80), 40% (40:60), 60% (60:40), 80% (80:20), dan 100% (100:0).

Kemudian sampel tersebut diaduk menggunakan *stirer* selama satu menit dan ditambahkan KOH 0,2 N sebanyak 2,5 ml dan diaduk kembali menggunakan *stirer* selama lima menit. Campuran ini kemudian diambil sebanyak 10 ml dan disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 3500 rpm. Supernatan yang diperoleh dipipet dan dimasukkan ke dalam dua tabung reaksi A dan B masing-masing sebanyak 0,5 ml. Kemudian ditambahkan HCl 0,5 N sebanyak 0,5 ml ke dalam kedua tabung reaksi. Sebanyak 0,1 ml iodine ditambahkan ke dalam tabung reaksi B. Lalu ke dalam kedua tabung reaksi ditambahkan akuades masing-masing sebanyak 9 ml untuk tabung A dan 8,9 ml untuk tabung B. Kedua tabung ini kemudian dikocok dan dibaca absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 625 nm. Larutan pada tabung A merupakan blanko pembacaan larutan pada tabung B.

Kurva standar dibuat dengan memplotkan derajat gelatinisasi pada sumbu X dan absorbansi pada sumbu Y. Persamaan linear yang diperoleh berupa :

$$Y = a + bX$$

Y merupakan absorbansi dan X merupakan derajat gelatinisasi, sedangkan a dan b merupakan konstanta. Absorbansi sampel diukur dengan metode yang sama seperti di atas. Derajat gelatinisasinya dihitung menggunakan persamaan linear yang diperoleh dari kurva standar. Prosedur proses pengukuran derajat gelatinisasi menggunakan sampel C0, C2P1, C2P2, C4P1 dan C4P2. Diagram alir disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram alir derajat gelatinisasi

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan minyak sawit merah pada nasi tidak berpengaruh nyata terhadap respon glikemik nasi
2. Penambahan minyak sawit merah menurunkan derajat gelatinisasi nasi, tetapi penurunannya tidak tergantung pada konsentrasi atau waktu penambahan minyak sawit merah

5.2 Saran

Perlu dikaji lebih lanjut mengenai pengaruh konsentrasi penambahan minyak sawit merah terhadap pati resisten tipe 5 yang terbentuk pada nasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, H. 2021. Potensi Minyak Sawit Merah sebagai Pangan Fungsional dan Nutrasetikal. *Warta PPKS*. 26(3): 178 – 184.
- Afifah, N., dan Zakiyah, N. 2020. Indeks Glikemik pada berbagai Varietas Beras. *Jurnal Farmaka*. 18(2): 42 – 49
- Aini, N., Hariyadi, P., Muchtadi, T., dan Andarwulan, N. 2010. Hubungan Antara Waktu Fermentasi Grits jagung dengan Sifat Gelatinisasi Tepung Jagung Putih yang dipengaruhi Ukuran Partikel. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 21(1): 18 – 24.
- Arif, A., Budiyanto, A dan Hoerudin. 2013. Nilai Indeks Glikemik Produk Pangan dan Faktor-Faktor yang Memengaruhinya. *Jurnal Litbang Pertanian*. 32(3): 91 – 99.
- Ayuningtyas, H dan Permana, L. 2021. Pengukuran Pati Resisten Tipe 5 secara In Vitro pada Nasi Uduk. *Jurnal Pengolahan Pangan*. 6(2) 42 – 48.
- A. Q. Marjan, “The Use of Red Palm Oil as the Source of Antioxidant on Functional Food Potential to Prevent Atherosclerosis.” Bogor Agricultural University, 2016.
- Azizah, D. 2017. *Perbandingan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik Singkong sebagai Pengganti Nasi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.

- Benny Fernandez. 2015. Kelapa Sawit dan Manfaatnya. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*.11(1):1 – 11.
- Birch, G.G., Brennan, J.G., Priestley, R.J., and Sodah-Ayernor,G. 1999. Molecular basis of starch technology in new food products. *J. Agricultural Products*. 1973: 195 – 207.
- Birt et al. 2013. Resistant starch: promise for improving human health. *Advance in Nutrition*.4: 587–601.
- Budiyanto., Silsia, D., Efendi, Z., dan Janika, R. 2010. Perubahan Kandungan β -Karoten, Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida Minyak Sawit Merah selama Pemanasan. *Agritech*. 30(2): 75 – 79.
- Caballero B, Finglas PM, Toldra F. 2016. *Encyclopedia of Food and Health*. P 572. Oxford (UK) : Elsevier.
- Englyst HN, Kingman SM, Cummings JH. 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur J Clin Nutr* 46:S33–S50.
- Englyst HN, Wiggins HS, Cummings JH. 1982. Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. *Analyst* 107:307–18.
- Enhas, A. 2014. Perbedaan Indeks Glikemik Beberapa Menu Makanan Berbahan Dasar Nasi. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta
- Erico, Syarief, R., dan Widowati, S. 2018. Uji Fisik Beras dan Uji Indeks Glikemik Nasi (Mayang Pandan) pada Berbagai Tingkat Derajat Sosoh. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 15(3): 131 – 137.
- Fahmi, N., Firdaus, N., dan Putri, N. 2020. Pengaruh Waktu Penundaan terhadap Kadar Glukosa Darah Sewaktu dengan Metode Poct pada Mahasiswa. *Jurnal Nursing Update*. 11(2): 1 – 11.

- Fathul, F. 2013. Penentuan kualitas dan kuantitas kandungan zat makanan pakan. Universitas Lampung. Lampung.
- Fiona. 2017. Pembentukan Pati Resisten Tipe 5 dan Daya Cerna Pati *In Vitro* Nasi Goreng. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Florentia., Syamsir, E., Hunaefi, D., dan Budijanto, S. 2016. Teknik Gelatinisasi Tepung Beras untuk Menurunkan Penyerapan Minyak Selama Penggorengan Minyak Terendam. *AGRITECH*. 36(4): 387 – 393.
- Gaman, P.M. dan K.B Sherrington, 1992. *Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi Edisi Kedua*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Handayani, L dan Ayustaningwarno, F. 2014. Indeks Glikemik dan Beban Glikemik Vegetable Leather Brokoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) dengan Substitusi Inulin. *Journal of Nutrition Collage*. 3(4): 783 – 790.
- Helstad, S. 2006. Ingredient interactions: sweeteners. Di dalam Gaonkar A. Ingredient interactions: Effect on food quality. New York. 167 – 194.
- Hoerudin. 2012. Indeks glikemik buah dan implikasinya dalam pengendalian kadar glukosa darah. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 8(2): 80 - 98.
- Herawati, H. 2011. Potensi Pengembangan Produk Pati Tahan Cerna sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Litbang Pertanian*. 30(1): 31 – 39.
- Istiqomah, A., dan Rustanti, N. 2015 . Indeks Glikemik, Beban Glikemik, Kadar Protein, Serat, dan Tingkat Kesukaan Kue Kering Tepung Garut dengan Substitusi Tepung Kacang Merah. *Journal of Nutrition Collage*. 4(2) : 620 - 627.
- J. van Rooyen, “Bioactive Compounds in Red Palm Oil Can Modulate Mechanisms of Actions in In Vitro Anoxic Perfused Rat Hearts,” in

Bioactive Food as Dietary Interventions for Cardiovascular Disease, Elsevier, 2013, pp. 345–353.

- Kar, Aditi, Jean-Christophe, Desmond J. M., James G. L., and B. M. McKenna. 2005. Influence of Lipid Extraction Process on the Rheological Characteristics, Swelling Power, and Granule Size of Rice Starches in Excess Water. *J. Agric. Food Chem.* 52 (21): 8259-8264.
- Koswara. 2013. *Teknologi Pengolahan umbi-umbian bagian 1 : pengolahan umbi talas*. Institut Pertanian Bogor.1–10.
- Li M, Dhital S, Wei Y. 2017. Multilevel structure of wheat starch and its relationship to noodle eating qualities. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 16:1042–1055
- Mackill, D., and Khrush, G. 2018. *IR64 A High-quality and High-yielding Mega Variety*. Mars, Inc. and Department of Plant Sciences University of California, USA. 11(18): 1 – 11.
- Marbun, P., and Mardiani, T. 2016. Correlation Between Blood Glucose Level and Thinking Concentration. *Folia Medica Indonesiana.* 52(3): 214 – 218.
- Marliati, S., Rimbawan., dan Harianti, R. 2021. Karakteristik Fisikokimia dan Fungsional Minyak Sawit Merah. *The Journal of Indonesian Community Nutrition.* 10(1): 83 – 94.
- Maulani, R., Rahmawati., Munarso, J., dan Saputra, D. 2016. *Karakterisasi Sifat Kimia dan Sifat Fisik Pati Hasil Ekstraksi Jagung Putih Varietas Anoman dan Pulut Uri 1*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jambi.
- Mazzocchetti L. 2015. Unraveling the lipid-amylose inclusion complex formation. [Internet]. Sumber <http://www.rug.nl/research/zernike/macromolecularchemistry-and-new-polymeric-materials/group-loos/members/laura/> (diakses 11 Desember 2022)

- Noviasari, S., Kusnandar, F., Setiyono, A., dan Budijanto, S. 2015. Beras sebagai Pangan Fungsional dengan Indeks Glikemik Rendah. *Jurnal Gizi Pangan*. 10(3): 225 – 232.
- Nurdin, S.U., Sundari, Y.S., Herdiana, N., Nurainy, F., dan Sukohar, A. 2018. Respon Glikemik dan Aktivitas Antioksidan Nasi yang Dimasak Menggunakan Campuran Kunyit (*Curcuma longa* Linn.) dan Kayu Manis (*Cinnamomum* sp). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 7(3): 143 - 149.
- Oboh, H., Osagie, A., and Omotosho, A. 2010. Glycemic Response of Some Boiled Legumes Commonly Eaten in Nigeria. *Diabetologia Croatica*. 39(4): 125 – 131.
- Okami, M., Kato, Y., Kobayashi, N., and Yamagishi J. 2015. Morphological Traits Associated with Vegetative Growth of Rice (*Oryza sativa* L) during the Recovery Phase after Early-season Drought. *Eur J Agron* 64: 58 – 66. .
- Purbowati dan Mustika, R. 2020. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Kadar Glukosa pada Nasi Putih. *Jurnal Gizi, Pangan dan Aplikasinya*. 4 (1): 15 – 24.
- Purnama, K.O., Setyaningsih, D., Hambali, E., and Taniwiryo, D. 2020. Processing, Characteristics, and Potential Application of Red Palm Oil. *International Journal of Oil Palm*. 3(2): 40 - 55
- Putseys JA, Lamberts L, Delcour JA. 2010. Amylose-inclusion complexes: formation, identity and physico-chemical properties. *Journal of Cereal Science*. 51:238-247.
- Sajilata, M., Singhal, R., and Kulkarni, P. 2006. Resistant Starch. *Food Science and Food Safety*. 5(1): 1 – 17.
- Singh, N., Kaur, L., Sandhu, K., Kaur, J., and Nishinari, K. 2006. Relationships between physicochemical, morphological, thermal, rheological properties of rice starches. *Food Hydrocolloids*. 20: 532 – 542.

- Sreewongchai, T., Toojinda, T., Thanintorn, N., Kosawang, C., Vanavichit, A., Tharreau, D., and Sirithunya P. 2010. Development of elite indicarice lines with wide spectrum of resistance to *Thaiblastisolates* by pyramiding multiple resistance QTLs. *Plant Breed* 129:176 – 180.
- Sumarna, D. 2019. *Studi Metode Pengolahan Minyak Sawit Merah (Red Palm Oil) dari Crude Palm Oil (CPO)*. Universitas Mulawarman. 1 – 11.
- Suryani, N., Widayanti, D., dan Abdurrachim, R. 2020. Analisis Indeks Glikemik, Kadar Serat, dan Karbohidrat Nasi dari Varietas Beras Siam (Mutiara, Unus dan Saba). *Jurnal Kesehatan Indonesia*. 11(1): 1 – 6.
- Susanti, A., Wijanarka, A., dan Swaninda, A. 2018. Penentuan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik pada Cookies Tepung Beras Merah (*Oryza nivara*) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*. L). *Ilmu Gizi Indonesia*. 2(1): 69 – 78.
- Susanto, E., Ansharulah., dan Rejeki, S. 2018. Pengaruh Penambahan Minyak Sawit dalam Proses Penanakan Nasi pada Rice Cooker terhadap Pembentukan Pati Resisten 5 untuk Penderita Diabetes Melitus (Dm) Tipe 2. *J. Sains dan Teknologi Pangan*. 3(4): 1460 – 1469.
- Syahrul, N. F. 2017. Pengaruh Peningkatan Jumlah Protein dalam Mixed Meal terhadap Indeks Glikemik dengan Alat Ukur Menggunakan Glukometer. Skripsi. Fakultas Kedokteran Universitas Hasanussin. Makassar.
- Tester R, Qi X, Karkalas J. 2006. Hydrolysis of native starches properties. *Int J Biol Macromol* 21:37–45
- Vrolix, R., Mensink, R.P. 2010. Variability of the glycemic response to single food products in healthy subjects. *Contemporary Clinical Trials*. 31(1): 5 – 11.
- Widhyasari, L., Luh, N., dan Ayu, P. 2017. Penentuan Kadar Karbohidrat pada Nasi Putih dalam Proses Pemanasan Rice Cooker dengan Variasi Waktu. *Stikes Wira Medika Bali*. 115 – 125.

- Winarno, F. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wulandari, N., Angka, S., Adawiyah, D., dan Palupi, N. 2015. Aplikasi Mikroenkapsulat Minyak Sawit Merah pada Mi Instan. *Jurnal Mutu Pangan*. 2(1): 41 – 49.
- Wulansari, A., Ameilia, F., Uyun, F., Retnoningrum, D., Luthfia, dan Wildan, A. 2019. Pengaruh lama mengunyah terhadap kadar glukosa postprandial dewasa obesitas. *The Indonesian Journal of Nutrition*. 8(1): 24 – 30.
- Yuliasari, S., Fardiaz, D., Andarwulan., dan Yuliani, S. 2016. Karakteristik Enkapsulat Minyak Sawit Merah dengan Pengayaan β -karoten. *Informatika Pertanian*. 25(1): 107 – 116.
- Zabar S, Lesmes U, Katz I, Shimoni E, Bianco-Peled H. 2009. Studying different dimentions of amylose-long chain fatty acis complexes: Molecular, nano and micro level characteristics. *Food Hydrocolloids*. 23: 1918-1925.
- 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(2):81 – 86.