



**PERBEDAAN NILAI ESTIMASI INDEKS GLIKEMIK DAN NILAI BEBAN
GLIKEMIK NASI MERAH DAN NASI KECAMBAH BERAS MERAH VARIETAS
LOKAL MERAH WANGI SECARA IN-VITRO**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Gizi



Oleh:

Aprilia Rinaldi

NIM 155070301111005

PROGRAM STUDI ILMU GIZI

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2019

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERBEDAAN NILAI ESTIMASI INDEKS GLIKEMIK DAN NILAI BEBAN
GLIKEMIK NASI MERAH DAN NASI KECAMBAH BERAS MERAH
VARIETAS LOKAL MERAH WANGI SECARA IN-VITRO

Oleh:

Aprilia Rinaldi

NIM.155070301111005

Telah diuji pada

Hari : Selasa

Tanggal : 18 Juni 2019

Dan dinyatakan lulus oleh :

Penguji-I



Java Mahar Maligan, STP., MP

NIP. 198201142008121003

Pembimbing-I/Penguji-II



Yusuf Rahmi, S.Gz., M.Sc.

NIP. 197912032006042002

Pembimbing-II/Penguji-III



Adelya Dasi K., STP., MP., M.Sc.

Nik. 2016078712272001

Mengetahui

Ketua Program Studi Ilmu Gizi



Dr. Nuzul Majidhah, SP., M.Kes.

NIP. 197401262008012002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aprilia Rinaldi
NIM : 155070301111005
Program Studi : Program Studi Ilmu Gizi

Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang saya tulis ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya. Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 18 Juni 2019

Yang membuat pernyataan,



(Aprilia Rinaldi)

NIM. 155070301111005



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat, petunjuk dan hidayah-Nya, shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW sehingga akhirnya penulis mampu menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “PERBEDAAN NILAI ESTIMASI INDEKS GLIKEMIK DAN NILAI BEBAN GLIKEMIK NASI MERAH DAN NASI KECAMBAH BERAS MERAH VARIETAS LOKAL MERAH WANGI SECARA IN-VITRO”.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat program Strata-1 Jurusan Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Malang. Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis sehingga dapat terlaksana tanpa hambatan yang berarti. Atas segala bantuan dan perhatiannya, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan termakasih kepada:

1. Dr. dr. Wisnu Barlianto, M.Si.Med., SpA(K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
2. Ibu Dian Handayani, SKM., M.Kes., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya.
3. Dr. Nurul Muslihah, SP., M.Kes, selaku ketua program studi Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya.
4. Ibu Yosfi Rahmi, S.Gz., M.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan kesediaan waktu, tenaga dan dengan sabar membimbing penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
5. Ibu Adelya Desi Kurniawati, STP., MP., M.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan kesediaan waktu, tenaga dan dengan sabar membimbing penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Bapak Jaya Mahar Maligan, STP., MP selaku penguji yang telah memberikan masukkannya untuk menyempurnakan laporan tugas akhir ini dengan baik.
7. Ibu Ilzamha Hadijah Rusdan, STP., M.Sc, yang telah membimbing penulis dengan sabar dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
8. Segenap anggota Tim Pengelola Tugas Akhir, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Malang yang telah membantu melancarkan urusan administrasi, sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir dengan lancar.



9. Segenap Dosen Jurusan Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Malang yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama masa perkuliahan.
10. Kepada orangtua tercinta, dr. Yusrif Rinaldi dan Kristin Indriyani atas limpahan kasih sayang, doa tanpa henti dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis, atas segala perjuangan dan pengorbanannya dan menjadi motivasi terbesar bagi penulis.
11. Kepada kakak dan adik tersayang, Rindiantika Rinaldi dan Muhammad Faiz Rinaldi, atas doa dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
12. Kepada Afifah Lailatul Maghfiroh dan Fitri Haryanti, teman seperjuangan, yang selalu memberikan semangat, saran membangun dan menjadi teman bertukar pikiran.
13. Kepada teman-temanku Hidayah, Eki. Ratna, Afifah, Dewi, Shella, Nida serta semua teman-teman Gizi Angkatan 2015 atas segala dukungan dan semangatnya.

Semoga kebaikan semua pihak kepada penulis dapat dibalas dengan kebaikan berlipat ganda oleh Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini, masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri untuk segala saran dan kritik yang membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat dijadikan acuan tindak lanjut penelitian selanjutnya dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, Juni 2019

Penulis



ABSTRAK

Rinaldi, Aprilia. 2019. **Perbedaan Nilai Estimasi Indeks Glikemik dan Nilai Beban Glikemik Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah Varietas Lokal Merah Wangi secara In-Vitro**. Tugas Akhir, Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Pembimbing: (1) Yosfi Rahmi, S.Gz., M.Sc. (2) Adelya Desi K, STP., MP., M.Sc.

Prevalensi Diabetes Mellitus (DM) di Indonesia menunjukkan peningkatan dari 5,7% (2007) menjadi 6,9% (2013) khususnya DM tipe 2. Penyakit ini ditandai dengan kondisi hiperglikemia yang dapat mengarah pada berbagai komplikasi. Terapi gizi medis dengan makanan rendah indeks glikemik (IG) dan rendah beban glikemik (BG) diyakini penting dalam pengaturan diet pada kondisi DM. Nasi merah diketahui memiliki efek baik dalam pengontrolan kadar glukosa darah. Proses perkecambahan dapat meningkatkan kandungan senyawa bioaktif dan serat pada beras yang dapat berpengaruh terhadap penurunan nilai IG. Tujuan penelitian ini adalah menguji dan menganalisis perbedaan nilai estimasi indeks glikemik (eIG) dan BG nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi yang diharapkan dapat memberikan rekomendasi pangan alternatif sumber karbohidrat khususnya bagi penyandang DM. Penelitian ini menggunakan metode *in-vitro* dengan pengujian kandungan glukosa menggunakan DNS. Penelitian ini merupakan penelitian *true experimental* dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan jenis perlakuan yang terdiri dari nasi merah dan nasi kecambah beras merah. Data nilai eIG dan nilai BG dianalisis menggunakan uji *Independent t-test*. Hasil penelitian nilai eIG nasi merah dan nasi kecambah beras merah masing-masing 56,45% dan 54,15%, sementara nilai BG 15,47% dan 15,98%. Analisis statistik menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan terkait nilai eIG dan nilai BG nasi merah dan nasi kecambah beras merah ($p < 0,05$). Kesimpulan dari penelitian ini adalah nasi kecambah beras merah dapat dijadikan sebagai alternatif pangan sumber karbohidrat bagi penderita DM.

Kata Kunci : estimasi indeks glikemik (eIG), beban glikemik (BG), nasi merah, nasi kecambah beras merah.



ABSTRACT

Rinaldi Aprilia. 2019. *Differences in Estimated Glycemic Index Value and Glycemic Load Value of Red Rice and Germinated Red Rice Local Variety of Merah Wangi using In-Vitro Method*. Final Assignment, Nutrition Program, Faculty of Medicine, Brawijaya University. Supervisor: (1) Yosfi Rahmi, S.Gz., M.Sc. (2) Adelya Desi K, STP., MP., M.Sc.

The Prevalence of Diabetes Mellitus (DM) indicates an increase in Indonesia, from 5,7% (2007) to 6,9% (2013) especially type 2 DM. DM characterized by hyperglycemia that can lead to various complications. Medical nutrition therapy with low glycemic index (GI) and low glycemic load (GL) are believed in managing diabetes or slowing the rate of its complications. Red rice is believed to have a beneficial effects in glycemic control. Previous studies have shown that germination process can increases bioactive compound and fiber content in rice that contribute to decrease IG value. The aims of this research is to measure and analyze both the value of estimated glycemic index (eGI) and glycemic load (GL) of red rice and germinated red rice from Merah Wangi grain for further used as the indication of the characteristics in its potential rice or alternative food of carbohydrate choices for patients with DM. An in-vitro method was developed in this research and glucose content was analyzed using DNS method. This research was True Experimental and used Completely Randomized Design with red rice and the germinated treatments. Data of eGI and GL value were analyzed using Independent t-test. The result showed that eIG value of red rice and germinated red rice respectively 56,45% and 54,15% and GL value 15,47% and 15,98%. Statistic analysis showed that red rice has eGI and GL value that statistically different with germinated red rice. In short, greminated red rice can be used as an alternative food of carbohydrate choices for patients with DM.

Keywords : estimated glycemic index (eGI), glycemic load (GL), red rice, germinated red rice.



DAFTAR ISI

	Halaman
Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Pernyataan Keaslian Tulisan	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak	vi
Abstract	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Lampiran	xii
Daftar Singkatan	xiii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat Akademik	5
1.4.2 Manfaat Praktis	5

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Mellitus	6
2.1.1 Definisi	6
2.1.2 Klasifikasi	7
2.1.3 Kriteria Diagnosis	8
2.2 Karbohidrat	9
2.2.1 Klasifikasi	9
2.2.2 Pencernaan	11
2.2.3 Analisis	12
2.3 Indeks Glikemik	17
2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi	18
2.3.2 Analisis	21
2.4 Beban Glikemik	26
2.5 Beras Merah	28
2.5.1 Manfaat Beras Merah	30
2.6 Perkecambah Beras	32
2.6.1 Manfaat Perkecambahan	33
2.6.2 Pengaruh Perkecambahan terhadap Zat Gizi	33

BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep	36
3.2 Penjelasan Karangka Konsep	37
3.3 Hipotesa Penelitian	38

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian	39
--------------------------------	----



4.2 Sampel Penelitian	39
4.2.1 Kriteria Inklusi	40
4.2.2 Kriteria Eksklusi	40
4.3 Variabel Penelitian	40
4.3.1 Variabel Bebas	40
4.3.2 Variabel Terikat	40
4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian	41
4.5 Bahan dan Alat Penelitian	41
4.5.1 Bahan	41
4.5.2 Alat	42
4.6 Definisi Istilah / Operasional	43
4.6.1 Nilai Estimasi Indeks Glikemik	43
4.6.2 Nilai Beban Glikemik	43
4.6.3 Gula Pereduksi	43
4.7 Prosedur Penelitian	43
4.7.1 Persiapan Sampel	43
4.7.2 Analisis Estimasi Indeks Glikemik	45
4.7.3 Pembuatan Pereaksi DNS	46
4.7.4 Pembuatan Kurva Standar	47
4.7.5 Perhitungan Nilai Beban Glikemik	47
4.7.6 Penetapan Total Gula (Anthrone)	48
4.7.7 Penetapan Total Pati	50
4.7.8 Perhitungan Nilai <i>Available Carbohydrate</i>	52
4.8 Analisis Data	52
BAB 5 HASIL DAN ANALISIS DATA	
5.1 Karakteristik Sampel	53
5.2 Hasil Uji Kadar Pati, Total Gula, dan <i>Available Carbohydrate</i>	54
5.3 Peningkatan Kadar Glukosa	55
5.4 Perhitungan Nilai Estimasi Indeks Glikemik	56
5.5 Perhitungan Nilai Beban Glikemik	58
BAB 6 PEMBAHASAN	
6.1 Karakteristik Sampel	60
6.2 Kadar Pati, Total Gula, dan Nilai <i>Available Carbohydrate</i>	63
6.3 Analisis Perbedaan Nilai Estimasi Indeks Glikemik	65
6.4 Analisis Perbedaan Nilai Beban Glikemik	67
6.5 Aplikasi Terhadap Gizi	68
6.6 Keterbatasan Penelitian	70
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1 Kesimpulan	71
7.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	80



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Grafik Peningkatan Kadar Pati Terhidrolisis (Goni <i>et al.</i> , 1997)	24
Gambar 3.1 Kerangka Konsep	36
Gambar 5.1 Butir Beras Merah, Butir Kecambah Beras Merah, Nasi Merah, Nasi Kecambah Beras Merah	53
Gambar 5.2 Perubahan Warna Hasil Hidrolisis Pati Nasi Merah, Nasi Kecambah Beras Merah	55
Gambar 5.3 Grafik Peningkatan Kadar Pati Terhidrolisis Nasi Merah, Nasi Kecambah Beras Merah	56



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Contoh Bahan Makanan Berdasarkan Klasifikasi BG	28
Tabel 2.2 Nilai Indeks Glikemik Beberapa Varietas Padi	30
Tabel 4.1 Rancangan Acak Lengkap	39
Tabel 5.1 Kandungan Zat Gizi Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah	54
Tabel 5.2 Kadar Pati, Total Gula dan <i>Available Carbohydrate</i> Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah	54
Tabel 5.3 Nilai Estimasi Indeks Glikemik Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah	57
Tabel 5.4 Nilai Beban Glikemik Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah	58



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Pemasakan Beras Merah	80
Lampiran 2. Diagram Alir Prosedur Pemasakan Kecambah Beras Merah	81
Lampiran 3. Diagram Alir Prosedur Analisis Hidrolisis Pati	82
Lampiran 4. Diagram Alir Prosedur Analisis Kadar Glukosa	84
Lampiran 5. Diagram Alir Prosedur Pembuatan Pereaksi DNS	86
Lampiran 6. Diagram Alir Prosedur Pembuatan Kurva Standar	87
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian	88
Lampiran 8. Hasil Uji Proksimat dan Total Gula Nasi Merah	89
Lampiran 9. Hasil Uji Proksimat dan Total Gula Nasi Kecambah Beras Merah	90
Lampiran 10. Hasil Uji Total Pati Nasi Merah	91
Lampiran 11. Hasil Uji Total Pati Nasi Kecambah Beras Merah	92
Lampiran 12. Kurva Standar Glukosa	93
Lampiran 13. Kurva Luas Area	94
Lampiran 14. Kadar Glukosa, Pati Terhidrolisis, AUC, HI dan Perhitungan nilai eGI	95
Lampiran 15. Perhitungan Nilai BG	97
Lampiran 16. Analisis Data	98



DAFTAR SINGKATAN

- ADA : *American Diabetes Association*
- AUC : *Area Under Curve*
- BG : *Beban Glikemik*
- B POM : *Badan Pengawas Obat dan Makanan*
- CDA : *Canada Diabetic Association*
- DM : *Diabetes Mellitus*
- DNS : *Dinitrosalisilic acid*
- eGI : *Estimated Glycemic Index*
- eIG : *Estimasi Indeks Glikemik*
- GABA : *Gamma-Aminobutyric acid*
- GD : *Glukosa darah*
- GDP : *Glukosa Darah Puasa*
- GDS : *Glukosa Darah Sewaktu*
- GL : *Glycemic Load*
- HDL : *High Density Lipoprotein*
- HI : *Hydrolysis Index*
- IDPH : *Illionis Departemet of Public Health*
- IG : *Indeks Glikemik*
- IMT : *Indeks Massa Tubuh*
- LDL : *Low Density Lipoprotein*
- NM : *Nasi Merah*
- NKM : *Nasi Kecambah Beras Merah*
- RS : *Resistant Starch*
- WHO : *World Health Organization*



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes mellitus (DM) merupakan suatu masalah kesehatan global yang termasuk dalam salah satu penyakit tidak menular (*non-communicable disease*), bersifat kronik dan merupakan penyebab kematian terbesar di seluruh dunia, baik pada negara maju maupun negara berkembang, dimana 90% merupakan DM tipe 2 (Kemenkes RI, 2014; WHO, 2016; Girardi *et al.*, 2017). Pada tahun 2015 Indonesia menempati peringkat ketujuh dunia untuk prevalensi DM tertinggi serta penyebab kematian tertinggi kedua setelah SriLanka (WHO, 2016).

Gangguan toleransi glukosa dan gangguan glikemik merupakan faktor resiko terjadinya DM. Komplikasi yang dapat ditimbulkan akibat DM antara lain kegagalan fungsi ginjal, kebutaan, serangan jantung, stroke dan amputasi (IDPH, 2012). Menjaga pola hidup sehat serta pemilihan bahan makanan yang tepat dalam diet merupakan faktor penting dalam pencegahan kejadian DM atau setidaknya menurunkan laju perkembangan komplikasi akibat DM.

Komponen dari diet yang memiliki pengaruh tinggi terhadap respon glikemik adalah karbohidrat dan diketahui memiliki peran besar terhadap peningkatan kadar glukosa darah (Kawamura *et al.*, 2015). *American Diabetes Association* (ADA) merekomendasikan pentingnya pemantauan asupan karbohidrat untuk mencapai kontrol gula darah dan glikemik yang baik (ADA, 2018).



Indeks glikemik (IG) digunakan sebagai suatu parameter untuk mengklasifikasikan makanan berdasarkan responnya terhadap peningkatan kadar gula darah (CDA, 2013; Querioz *et al.*, 2012), selain nilai IG, jumlah karbohidrat dalam makanan juga perlu untuk diperhatikan sebagai faktor penting terhadap toleransi glukosa darah, yaitu dengan melihat nilai Beban Glikemik (BG) pada suatu makanan (Passos *et al.*, 2014).

Di Indonesia, sumber karbohidrat utama yang dikonsumsi adalah nasi, dimana lebih dari 90% nasi merupakan makanan pokok penduduk Indonesia (Litbang, 2007). Menghindari konsumsi nasi tidak mudah untuk kebanyakan penduduk Indonesia dikarenakan budaya konsumsi nasi di Indonesia yang tinggi.

Kultivar beras berpigmen seperti beras dengan perikarp merah diketahui memiliki potensi antioksidan yang tinggi, dimana kandungan antosianin pada beras merah yang dapat berfungsi sebagai antioksidan berkisar antara 170 – 488 mg/100 g berat kering (Mardiah, 2017), selain itu konsumsi beras merah diketahui dapat menurunkan resiko penyakit jantung dan DM (Chung *et al.*, 2016). Meskipun kandungan gizi pada beras merah yang baik dan bersifat hipoglikemik, tetapi konsumsinya masih rendah dikarenakan teksturnya yang kasar.

Proses perkecambahan dianggap sebagai metode sederhana dan efektif untuk meningkatkan kualitas gizi beras. Selama proses perkecambahan kadar serat beras merah meningkat dari 7,18% menjadi 12,00% (Rusyidi *et al.*, 2011), sedangkan kandungan *gamma-aminobutyric acids* (GABA) meningkat dari 1,03mg/100g menjadi 21,32



mg/100g (Anawachkul and Jiomyangyuen, 2009). Peningkatan kandungan serat dan senyawa bioaktif suatu pangan dapat berpengaruh terhadap penurunan nilai IG (Nurhidajah dan Nurrahman, 2016) Septianingrum dkk., 2016), selain manfaat dari kandungan gizi, tekstur beras yang telah mengalami proses perkecambahan juga dapat menjadi lebih lunak.

Beras Merah varietas lokal Merah Wangi merupakan salah satu beras organik aromatik yang berasal dari daerah Cianjur, Jawa Barat. Merah Wangi memiliki hasil panen yang cukup tinggi dan merupakan salah satu varietas beras merah yang telah diproses menjadi kecambah dan dipasarkan di Indonesia (GPO, 2017).

Metode *in-vitro* dapat memprediksi nilai IG suatu pangan yang prinsipnya disesuaikan dengan yang terjadi pada sistem pencernaan dalam tubuh (metode *in-vivo*), selain prosesnya yang sederhana dan waktu yang diperlukan relatif singkat, pengujian dengan metode *in-vitro* menunjukkan nilai yang tidak berbeda signifikan dengan metode *in-vivo*, sehingga dapat digunakan sebagai skrining awal yang efektif dalam mengklasifikasikan suatu makanan berdasarkan nilai IG (Argyri *et al.*, 2016; Gibson, 2010), selain itu penelitian terkait nilai IG kecambah beras merah secara *in-vitro* belum banyak dilakukan khususnya di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini akan menguji dan menganalisis perbedaan nilai estimasi indeks glikemik yang diukur secara *in-vitro* dan nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi.



1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana perbedaan nilai estimasi indeks glikemik dan nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi yang diukur secara *in-vitro*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui perbedaan nilai estimasi indeks glikemik dan nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi yang diukur secara *in-vitro*.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui kandungan zat gizi makro nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi
2. Mengetahui nilai total pati nasi merah dan kecambah nasi merah varietas lokal Merah Wangi
3. Mengetahui nilai total gula nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi
4. Mengetahui nilai *Available Carbohydrate* nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi
5. Mengetahui nilai estimasi indeks glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi yang diukur secara *in-vitro*
6. Menganalisis perbedaan nilai estimasi indeks glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah



7. Mengetahui nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi
8. Menganalisis perbedaan nilai beban glikemik nasi merah dengan nasi kecambah beras merah.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perbedaan nilai estimasi indeks glikemik yang diukur secara *in-vitro* dan nilai beban glikemik dari nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi. Serta dapat menjadi sarana bagi akademisi untuk menerapkan ilmu yang telah didapatkan dalam meneliti nilai indeks glikemik secara *in-vitro*.

1.4.2 Manfaat Praktisi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai perbedaan nilai estimasi indeks glikemik dan nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi yang diukur dengan metode *in-vitro*, sehingga dapat memberikan rekomendasi pangan sumber karbohidrat khususnya bagi penyandang DM.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Mellitus

2.1.1 Definisi

Diabetes Mellitus (DM) merupakan suatu penyakit gangguan metabolik yang disebabkan karena pankreas tidak memproduksi cukup insulin atau tubuh tidak dapat menggunakan insulin yang diproduksi secara efektif, dimana insulin merupakan suatu hormon yang mengatur keseimbangan kadar glukosa darah, akibatnya terjadi peningkatan kadar glukosa di dalam darah atau yang disebut sebagai kondisi hiperglikemia (Kemenkes RI, 2014). Kadar glukosa darah yang tinggi atau tidak terkontrol dapat menimbulkan komplikasi ke organ tubuh lainnya khususnya jantung, pembuluh darah, saraf, ginjal dan mata (ADA, 2014).

Bukti-bukti menunjukkan bahwa komplikasi diabetes dapat dicegah dengan kontrol glikemik yang optimal (Perkeni, 2015). Pengontrolan glikemik secara berkesinambungan pada seseorang dengan penyakit metabolik seperti DM diperlukan untuk menurunkan progresivitas berbagai komplikasi (Ramadhan dan Hanum, 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Permatasari., dkk (2015) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara asupan indeks glikemik, beban glikemik dan jadwal makan terhadap kontrol glukosa darah seseorang.



2.1.2 Klasifikasi Diabetes Mellitus

Klasifikasi etiologi Diabetes mellitus berdasarkan ADA (2014) dan Perkeni (2015) adalah sebagai berikut:

a. Diabetes tipe 1

Pada diabetes tipe 1 (Diabetes Insulin Dependent) terjadi akibat destruksi sel beta dan umumnya menjurus pada defisiensi insulin absolut. Insulin yang diproduksi sedikit atau bahkan tubuh tidak dapat memproduksi hormon insulin. Kerusakan autoimun sel beta pankreas memiliki kecenderungan genetik dan juga berkaitan dengan faktor lingkungan, seperti infeksi virus atau faktor gizi yang dapat menyebabkan penghancuran sel penghasil insulin di pankreas. Pasien dengan diabetes tipe 1 juga rentan terhadap gangguan autoimun seperti *graves*, penyakit *addison*, autoimun hepatitis, *miastenia gravis* dan anemia perniciousa. Hanya sekitar 5-10% dari semua penderita diabetes mellitus menderita tipe 1 (ADA, 2014; Perkeni, 2015).

b. Diabetes tipe 2

Diabetes tipe 2 (Diabetes Non-Insulin Dependent) terjadi karena kehilangan sekresi insulin oleh sel beta pankreas secara progresif akibat resistensi insulin. Pada diabetes tipe ini tidak terjadinya kerusakan pada pankreas, dimana pankreas dapat menghasilkan insulin bahkan dalam jumlah yang cukup. Akan tetapi, seseorang dengan diabetes tipe 2 tubuhnya mengalami resisten terhadap insulin, sehingga glukosa dalam darah tidak dapat digunakan oleh tubuh.

Diabetes tipe 2 meningkat resikonya pada usia >45 tahun dan pada seseorang dengan obesitas atau kelebihan berat badan dimana Indeks



Massa Tubuh (IMT) $\geq 23 \text{ kg/m}^2$ yang disertai dengan satu atau lebih faktor resiko seperti kurangnya aktifitas fisik, adanya faktor keturunan DM dalam keluarga, hipertensi, HDL $< 35 \text{ mg/dL}$ atau trigliserida $> 250 \text{ mg/dL}$, riwayat prediabetes, riwayat gestasional diabetes, wanita dengan sindrom polikistik ovarium dan atau riwayat penyakit kardiovaskular (ADA, 2018; Perkeni, 2015).

c. Diabetes Tipe Lain

Diabetes tipe lain berhubungan dengan defek genetik fungsi sel beta, defek genetik kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, endokrinopati, karena obat atau zat kimia, infeksi, sebab imunologi yang jarang dan atau sindrom genetik lain yang berkaitan dengan DM (Perkeni, 2015).

2.1.3 Kriteria Diagnosis Diabetes Mellitus

1. Pemeriksaan glukosa plasma puasa $\geq 126 \text{ mg/dL}$ (7.0 mmol/L), dimana puasa merupakan keadaan tidak adanya asupan makan atau kalori minimal dalam 8 jam, atau
2. Pemeriksaan glukosa plasma $\geq 200 \text{ mg/dL}$ (11.1 mmol/L), 2 jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram, atau
3. Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu $\geq 200 \text{ mg/dL}$ (11.0 mmol/L) dengan keluhan klasik, atau
4. Pemeriksaan HbA1c $\geq 6,5\%$
(ADA, 2018; Perkeni, 2015).



2.2 Karbohidrat

Karbohidrat disebut juga zat tepung atau zat gula yang tersusun atas unsur karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) dan merupakan sumber energi utama, dimana setiap gram karbohidrat mengandung 4 kalori (Almatsier, 2013; Indra D dan Yettik W, 2013; Helmyati S dkk., 2014). Ketika asupan karbohidrat mencukupi kebutuhan sehari-hari, maka akan menjaga fungsi protein sebagai suatu zat pembangun dan memperbaiki jaringan tubuh. Adapun fungsi karbohidrat antara lain:

- 1) Sebagai sumber energi
- 2) Pemberi rasa manis pada makanan
- 3) Penghemat protein
- 4) Pengatur metabolisme lemak, serta
- 5) Membantu pengeluaran feses dengan cara mengatur peristaltik usus. (Almatsier, 2013; Indra dan Yettik, 2013).

2.2.1 Klasifikasi Karbohidrat

Karbohidrat dibedakan menjadi

a. Monosakarida / Karbohidrat sederhana

Monosakarida terdiri atas jumlah atom C yang sama dengan molekul air, yaitu $[C_5(H_2O)_5]$ dan $[C_6(H_2O)_6]$ (Almatsier, 2013). Monosakarida merupakan jenis karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis menjadi karbohidrat yang lebih sederhana (Murray R *et al.*, 2016). Karbohidrat jenis ini tidak memerlukan pencernaan dan dapat diabsorpsi secara langsung ke dalam aliran darah. Karbohidrat yang tergolong monosakarida adalah glukosa/dekstroza, fruktosa/levulosa/gula buah, dan galaktosa (Helmyati dkk, 2014).



b. Disakarida

Disakarida merupakan produk kondensasi dua unit monosakarida atau dua unit monosakarida yang terikat satu sama lain melalui reaksi kondensasi. Contoh dari disakarida adalah 1) Laktosa/gula susu yang terdiri dari satu unit glukosa dan satu unit galaktosa, 2) Maltosa/gula malt dimana bila dicernakan atau dihidrolisis maka akan terurai atau pecah menjadi dua unit glukosa, 3) Sukrosa atau sakarosa/gula tebu/gula bit, dimana bila sukrosa dicernakan atau dihidrolisis akan pecah menjadi satu unit glukosa dan satu unit fruktosa, 4) Trehalosa, seperti juga maltosa, dimana terdiri atas dua molekul glukosa dan dikenal sebagai gula jamur (Almatsier, 2013; Helmyati dkk., 2014; Murray, 2016).

c. Oligosakarida

Oligosakarida merupakan produk kondensasi tiga sampai sepuluh monosakarida (Murray, 2016). Jenis dari oligosakarida adalah: *Refinosa*, *stakiosa*, dan *verbaskosa* yang terdiri atas unit-unit glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Ketiga jenis oligosakarida ini tidak dapat dipecah oleh enzim-enzim pencernaan. Seperti halnya polisakarida non pati, oligosakarida ini di dalam usus besar akan mengalami fermentasi (Almatsier, 2013; Murray *et al.*, 2016).

Jenis oligosakarida yang lain adalah fruktan yang merupakan sekelompok oligo dan polisakarida yang terdiri atas beberapa unit fruktosa yang terikat dengan satu molekul glukosa. Fruktan tidak dicernakan secara berarti dimana sebagian besar akan difermentasi di dalam usus besar (Almatsier, 2013; Murray *et al.*, 2016).



d. Polisakarida

Polisakarida merupakan produk kondensasi lebih dari sepuluh unit monosakarida, yang berikatan satu sama lain. Contoh dari polisakarida adalah pati (dibedakan menjadi amilosa dan amilopektin), glikogen atau bentuk simpanan karbohidrat dalam tubuh manusia dan hewan dan dekstrin yang terbentuk dari hidrolisis parsial pati (Almatsier, 2013; Murray *et al.*, 2016).

Makanan juga mengandung beragam polisakarida lain yang secara kolektif dinamai polisakaida non-pati, dimana zat ini tidak dicerna oleh tubuh manusia dan merupakan komponen utama serat dalam makanan, contohnya selulosa dari dinding sel tumbuhan (satu polimer glukosa) dan inulin yang merupakan simpanan karbohidrat dalam beberapa tumbuhan (satu polimer fruktosa) (Murray *et al.*, 2016). Polisakarida non-pati/serat terdiri dari serat larut air (*soluble fiber*) dan serat tidak larut air (*insoluble fiber*), contoh dari serat *insoluble* adalah selulosa, beberapa hemiselulosa, dan lignin, sedangkan contoh serat *soluble* adalah gum dan pektin (Almatsier, 2013; Helmyati dkk., 2014).

2.2.2 Pencernaan Karbohidrat

Tujuan akhir pencernaan dan absorpsi karbohidrat adalah mengubah karbohidrat menjadi ikatan-ikatan yang lebih kecil, terutama glukosa dan fruktosa sehingga dapat diserap oleh pembuluh darah melalui dinding usus halus. Sebelum digunakan, polisakarida dan disakarida harus dipecah menjadi monosakarida oleh enzim hidrolisis, sedangkan monosakarida dapat diserap langsung. Enzim utama dalam



pencernaan polisakarida adalah α -amilase, yaitu enzim glikosilase (Almatsier, 2013; Helmyati dkk., 2014).

Polisakarida membutuhkan absorpsi yang lebih kompleks. Setelah selulose dipecah, pati akan diubah menjadi produk intermedietnya, yaitu dekstrin yang kemudian akan diubah menjadi maltosa dan selanjutnya menjadi glukosa. Pencernaan pati dimulai di mulut ketika enzim saliva amilase mengubah pati menjadi dekstrin. Tahap kedua terjadi di dalam lambung ketika makanan bercampur dengan cairan lambung dan langkah selanjutnya terjadi di usus 12 jari dan usus halus ketika terjadi perubahan menjadi gula sederhana oleh enzim dari pankreas untuk bisa diabsorpsi (Helmyati dkk, 2014). Peningkatan glukosa darah setelah pemberian sejumlah dosis uji karbohidrat dibandingkan dengan peningkatan glukosa darah setelah pemberian glukosa dalam jumlah setara dikenal sebagai indeks glikemik (IG). Glukosa dan galaktosa memiliki indeks glikemik 1 atau 100% (Murray *et al.*, 2016).

2.2.3 Analisis Kadar Karbohidrat

Karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi karbohidrat yang dapat dicerna (*digestible carbohydrate*) dan karbohidrat yang tidak dapat dicerna (*non-digestible carbohydrate*). Karbohidrat yang dapat dicerna adalah karbohidrat yang dapat dipecah oleh enzim-enzim dalam sistem pencernaan manusia (Yenria, 2015).

Kandungan karbohidrat dalam suatu pangan dapat diketahui dengan menggunakan beberapa metode bergantung pada jenis karbohidrat apa yang akan dianalisis. Secara umum, metode analisis



karbohidrat dibagi menjadi dua, yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif (Andarwulan dkk., 2011).

a. Analisis Kualitatif

Pada dasarnya, analisis karbohidrat secara kualitatif dipengaruhi oleh reaksi warna suatu produk hasil dari penguraian gula dalam asam kuat dengan senyawa organik, sifat mereduksi gugus karbonil dan sifat oksidasi gugus hidroksil. Beberapa analisis karbohidrat berdasarkan Andarwulan., dkk (2011) dan (Apriyantono dkk., 1989) adalah sebagai berikut:

1. Uji Molisch

Uji Molisch dilakukan berdasarkan reaksi hidrolisis karbohidrat menjadi monosakarida karena adanya penambahan asam sulfat pekat yang hasil akhirnya akan membentuk suatu senyawa kompleks berwarna ungu kemerahan.

2. Uji Seliwanoff

Uji Seliwanoff merupakan uji spesifik untuk karbohidrat yang mengandung gugus keton (ketosa). Reagen yang digunakan mengandung resorsinol dalam *Hidrogen Clorida* (HCl) yang nantinya akan bereaksi dengan ketosa menghasilkan suatu produk endapan berwarna merah.

3. Uji Bial

Uji bial berdasarkan dedehidrasi pentosa yang direaksikan dengan asam klorida pekat dan orsinol dengan hasil akhir terbentuknya senyawa kompleks berwarna biru.



4. Uji Anthrone

Uji anthrone akan memberikan hasil yang baik apabila dilakukan pada larutan murni gula heksosa atau turunannya. Sampel uji akan bereaksi dalam larutan asam sulfat pekat dan menghasilkan warna biru kehijauan.

5. Uji Fenol

Uji fenol merupakan metode sederhana, cepat, peka, teliti, spesifik dan dapat diterapkan untuk karbohidrat secara luas. Reaksi karbohidrat dengan fenol dalam asam sulfat akan menghasilkan warna jingga keunguan.

b. Analisis Kuantitatif

Analisis karbohidrat secara kuantitatif dilakukan berdasarkan jenis karbohidrat apa yang akan dilakukan analisis. Beberapa analisis karbohidrat secara kuantitatif berdasarkan Andarwulan., dkk (2011) dan Apriyantono., dkk (1989) adalah sebagai berikut:

1. Analisis Total Gula

a. Refraktometer

Refraktometer dapat digunakan untuk menentukan kadar gula sederhana pada suatu pangan dengan memanfaatkan sifat refraksi gula. Metode ini sederhana dan cepat, tetapi memiliki tingkat akurasi dan spesifisitas yang terbatas.

b. Polarimetri

Polarimetri dapat digunakan untuk menganalisis total gula dalam suatu bahan berdasarkan sifat polarisasi pada gula. Metode ini

cepat dan tidak merusak (*non-destructive*) serta hasilnya dapat diteliti apabila sampel jernih atau tidak berwarna.

c. Metode Anthrone

Metode anthrone dapat digunakan untuk semua jenis makanan. Anthrone (9,10-dihydro-9-oxanthracene) merupakan hasil reduksi anthraquinone. Seperti yang telah disebutkan pada analisis secara kualitatif, dimana metode ini akan menghasilkan warna biru kehijauan yang khas, dihasilkan oleh reaksi spesifik antara anthrone dengan karbohidrat dalam asam sulfat pekat. Pada metode kuantitatif, intensitas warna yang dihasilkan akan diukur dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 630 nm.

2. Analisis Gula Pereduksi

a. Metode Lane-Eynon

Metode Lane-Eynon dilakukan berdasarkan reaksi reduksi pereaksi fehling oleh gula pereduksi, dimana gula pereduksi akan mereduksi pereaksi tembaga (II) basa menjadi tembaga (I) oksida.

b. Metode DNS

Metode ini akan mengukur seluruh senyawa pereduksi. Prinsip dalam metode DNS ini adalah dalam suasana alkali, gula pereduksi akan mereduksi 3,5-dinitrosalisilat membentuk senyawa yang dapat diukur absorbansinya pada panjang gelombang 550 nm.

3. Analisis Kadar Sukrosa

Penentuan kadar sukrosa dalam suatu bahan pangan dapat dilakukan dengan perhitungan dari total gula dikurangi dengan hasil



total gula pereduksi, kemudian dikalikan dengan 0,95. Perhitungan ini didasarkan pada asumsi bahwa gula non-pereduksi dalam bahan pangan seluruhnya atau sebagian terdiri dari sukrosa

$$\text{Sukrosa} = (\text{total gula} - \text{total gula pereduksi}) \times 0,95$$

4. Analisis Kandungan Pati

Kandungan pati dalam suatu bahan pangan dapat ditentukan secara volumetri. Kandungan pati ditentukan berdasarkan hasil kandungan glukosa dikalikan dengan angka 0,9 yang merupakan faktor konversi pembentukan glukosa dari hidrolisis pati.

5. Analisis Kandungan Amilosa dan Amilopektin

Kandungan amilosa dan amilopektin dalam suatu bahan pangan dapat ditentukan berdasarkan kemampuan amilosa bereaksi dengan *iodium* yang akan menghasilkan suatu warna biru, kemudian intensitas warna tersebut diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 525 nm, sedangkan untuk kandungan amilopektin dapat ditentukan dengan perhitungan selisih antara kandungan pati dan amilosa.

6. Analisis Karbohidrat *By Difference*

Karbohidrat *by difference* merupakan kandungan karbohidrat yang diperoleh dari hasil pengurangan angka 100 dengan persentase komposisi gizi lain yaitu lemak, protein, abu dan air. Dalam suatu tabel komposisi bahan makanan, karbohidrat yang tercantum merupakan hasil perhitungan dari karbohidrat *by difference*

$$\% \text{ Karbohidrat} = 100\% - (\% \text{ protein} + \% \text{ lemak} + \% \text{ abu} + \% \text{ air}).$$





7. Analisis Available Carbohydrate

Terdapat beberapa rumus untuk dalam perhitungan kandungan karbohidrat yang tersedia (*Available Carbohydrate*).

Menurut Brouns *et al* (2005) perhitungan *Available Carbohydrate* dapat diperoleh dari rumus :

$$\begin{aligned} \text{Available Carbohydrate} \\ &= \text{Total Pati } 1,1 - \text{RS} \times 1,1 \\ &\quad + \text{Total Disaccharides} \times 1,05 \\ &\quad + \text{Total Monosaccharides} - \text{non digestible sugar} \end{aligned}$$

Berdasarkan Marsono dkk (2002) dan Indrastati dan Anjani (2016)

nilai *Available Carbohydrate* diperoleh dari rumus

$$\text{Available Carbohydrate} = ((1,1 \times \text{Pato Total}) + \text{Total Gula})$$

2.3 Indeks Glikemik

Indeks glikemik (IG) merupakan suatu skala atau ukuran yang digunakan untuk mengklasifikasikan pangan berdasarkan pengaruh fisiologisnya terhadap kadar glukosa darah (CDA, 2013). Seberapa cepat karbohidrat yang terdapat dalam suatu pangan dapat diubah menjadi gula oleh tubuh manusia dan bagaimana dampaknya terhadap respon glukosa darah setelah 2 jam konsumsi pangan tersebut (Arif dkk., 2013; Septianingrum dkk., 2016).

Jenkins *et al.* (1981) pertama kali memperkenalkan konsep indeks glikemik berdasarkan efek fisiologisnya terhadap kadar glukosa darah setelah pangan dikonsumsi. Bahan pangan dicerna dengan kecepatan yang berbeda-beda sehingga respon terhadap kadar glukosa darah juga



berbeda. Nilai IG dapat diperoleh dari perbandingan luas area di bawah kurva respon glukosa darah setelah mengonsumsi 50 gram karbohidrat suatu makanan uji dengan luas area dibawah kurva setelah mengonsumsi 50 gram karbohidrat dari makanan standar atau makanan acuan, baik roti putih maupun glukosa (Eleazu, 2016; Septianingrum dkk., 2016).

Pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan cepat memiliki nilai IG tinggi, sebaliknya pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan lambat memiliki nilai IG yang rendah (Naser and Wimalawansa, 2015). Indeks glikemik suatu pangan dikatakan rendah jika memiliki nilai ≤ 55 , sedang atau medium 56-69 dan dikatakan tinggi jika nilai ≥ 70 (CDA, 2013). Makanan yang memiliki nilai indeks glikemik rendah dianggap lebih bermanfaat karena kurang menimbulkan fluktuasi dalam sekresi insulin (Murray *et al.*, 2016).

2.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai IG Beras

Nilai IG suatu pangan dipengaruhi oleh berbagai faktor dimana faktor yang mempengaruhi nilai IG beras diantaranya adalah jenis atau varietas beras, kadar serat pangan, kandungan lemak dan protein, proses pengolahan, senyawa bioaktif serta perbandingan kandungan amilosa dan amilopektin (Arif dkk., 2013; Setianingrum dkk., 2016; Widowati dkk., 2009).

a. Varietas beras

Varietas atau jenis beras memiliki kisaran indeks glikemik yang sangat luas tergantung jenis dan varietas beras tersebut (Widowati dkk.,



2009). Beberapa varietas unggul padi memiliki nilai IG yang rendah hingga sedang (Septianingrum dkk., 2016).

b. Kadar Serat Pangan

Serat pangan dikelompokkan menjadi serat larut dan tidak larut. Secara umum, suatu bahan pangan dengan kandungan serat pangan yang tinggi akan memiliki nilai IG yang rendah. Serat pangan dapat bertindak sebagai penghambat fisik pada pencernaan dan berperan menghambat aktivitas enzim sehingga proses pencernaan khususnya pati menjadi lambat dan respon terhadap glukosa darah pun akan lebih rendah (Arif dkk., 2013).

c. Kadar Lemak dan Protein

Suatu pangan yang memiliki kadar lemak dan protein yang tinggi cenderung memiliki nilai IG yang lebih rendah. Pangan dengan kandungan lemak dan protein yang tinggi cenderung akan memperlambat laju pengosongan lambung, sehingga laju pencernaan makanan di usus halus juga melambat (Arif dkk., 2013).

d. Proses Pengolahan

Cara pengolahan dapat mengubah sifat fisikokimia suatu bahan pangan, seperti kadar lemak dan protein, daya cerna, serta ukuran pati maupun zat gizi lainnya (Arif dkk., 2013). Proses pengolahan berupa pemanasan yang dilakukan akan menyebabkan pati yang ada pada beras mengalami gelatinisasi dan apabila pati yang mengalami gelatinisasi kemudian didinginkan kembali maka akan menyebabkan retrogradasi atau perubahan yang terjadi pada pati tergelatinisasi saat pendinginan (Septianingrum dkk., 2016).



e. **Senyawa Bioaktif**

Senyawa kompleks yang terjadi antara pati dengan zat bioaktif akan menyebabkan bagian pati yang normalnya akan dihidrolisis oleh enzim pencernaan menjadi tidak dikenali, sehingga semakin banyak ikatan antara pati dengan zat bioaktif maka semakin banyak pula bagian pati yang tidak dikenali oleh enzim pencernaan sehingga kemampuan hidrolisis pati menurun dan mengakibatkan daya cerna pati menjadi rendah dan berpengaruh terhadap penurunan nilai IG karena adanya penekanan kadar gula darah dalam tubuh (Septianingrum dkk., 2016).

f. **Kandungan Amilosa dan Amilopektin**

Terdapat dua jenis pati, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan jenis polimer rantai lurus dari glukosa yang dihubungkan oleh ikatan α -(1,4)-glikosidik, sedangkan amilopektin merupakan pati struktur bercabang dengan ikatan α -(1,6)-glikosidik pada titik percabangannya. (Septianingrum dkk., 2016).

Amilopektin bersifat lebih rapuh dibanding amilosa, dimana kandungan amilosa yang lebih tinggi pada suatu pangan menyebabkan pencernaan menjadi lebih lambat karena amilosa merupakan polimer glukosa yang memiliki struktur tidak bercabang dan lebih kristal dengan ikatan hidrogen yang lebih kuat dibandingkan dengan amilopektin, sehingga lebih sukar dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan (Arif dkk., 2013). Penurunan nilai IG pada penelitian didukung dengan data peningkatan kadar amilosa dan serat pangan serta penurunan daya cerna pati *in vitro* (Mir *et al.*, 2013; Widowati dkk., 2009).

2.3.2 Analisis Indeks Glikemik

a. Analisis Metode *In-Vivo*

Analisis indeks glikemik secara *in-vivo* dilakukan kepada organisme hidup yaitu manusia atau hewan coba, sehingga hasilnya dapat mencerminkan nilai yang sebenarnya. Tahap pengujian diawali dengan persiapan sampel kemudian dilanjutkan dengan pelaksanaan dan analisis data. Data pengukuran kadar gula darah (pada setiap waktu pengambilan glukosa darah) akan dibuat dua sumbu yaitu sumbu waktu (absis) dan sumbu kadar glukosa darah (ordinat). Selanjutnya pengukuran indeks glikemik ditentukan dengan cara membandingkan luas daerah di bawah kurva antara pangan yang diukur indeks glikemiknya dengan glukosa standar (Argyri *et al.*, 2016; Gibson, 2010; Ronakanta dan Wuryandari, 2013).

Jumlah partisipan yang diikutsertakan dalam penelitian menentukan tingkat CI (*Confident Interval*) dan kekuatan penelitian untuk melihat perbedaan nilai indeks glikemik, dimana kekuatan eksperimental penelitian tergantung pada jumlah partisipan yang diikutsertakan (Brouns *et al.*, 2005). Berdasarkan Brouns *et al.*, (2005) penelitian dengan sepuluh orang partisipan dapat memberikan hasil yang baik, sedangkan untuk kekuatan presisi dibutuhkan partisipan hingga dua atau tiga kali lebih banyak. Karakteristik partisipan seperti sensitivitas terhadap insulin dapat mempengaruhi respon glikemik suatu makanan, maka direkomendasikan dengan pemilihan partisipan yang sehat untuk menghindari variasi nilai indeks glikemik.

Sampel darah pertama harus diambil tepat pada 15 menit setelah gigitan pertama sampel atau makanan uji. Pengambilan darah partisipan sebaiknya pada kapiler ujung jari karena dapat memberikan sensitivitas yang baik. Waktu pengambilan darah pada partisipan adalah: puasa (menit-0), menit ke-15, 30, 45, 60, 90 dan menit ke-120 setelah mulai mengonsumsi makanan uji (Brouns *et al.*, 2005).

b. Analisis Metode *In-Vitro*

Metode *in-vitro* dilakukan dengan menirukan sistem pencernaan pada manusia dengan menggunakan enzim-enzim yang bekerja pada sistem pencernaan dan mengukur kecepatan glukosa yang dilepaskan dalam tubuh manusia (Argyri *et al.*, 2013). Beberapa peneliti telah menggunakan metode secara *in vitro* terkait hidrolisis enzimatis pati untuk mengetahui dan mengukur bagaimana perkiraan respon glikemik darah *in-vivo* (Argyri *et al.*, 2016; Englyst *et al.*, 1999; Goni *et al.*, 1997).

Englyst *et al.*, (1997) melakukan suatu penelitian dengan pengukuran *Rapidly Glucose Available* (RAG), *Slowly Available Glucose* (SAG) dan fraksi pati dengan menggunakan teknik *in-vitro* berdasarkan perhitungan glukosa yang terlepas dari makanan uji selama periode inkubasi dengan enzim pencernaan, dimana kesimpulan dari hasil penelitian didapatkan bahwa pengukuran secara *in-vitro* terhadap RAG dan SAG memiliki relevansi secara fisiologis dan dapat dijadikan sebagai alat untuk meneliti pentingnya jumlah dan tipe dari karbohidrat pangan yang baik untuk kesehatan.

Goni *et al.*, (1997) melakukan suatu penelitian dengan tujuan untuk merumuskan metode *in-vitro* dan seberapa baik korelasinya dengan



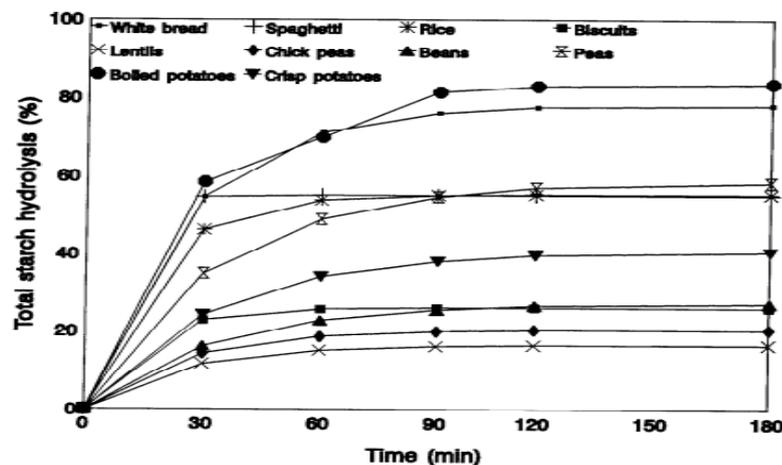
metode *in-vivo* untuk makanan yang sama. Bahan makanan yang digunakan adalah sumber pati, biji-bijian dan buah-buahan. Prosedur *in-vitro* cukup dilakukan sederhana, dimana laju hidrolisis pati suatu makanan dapat dihitung dan dapat digunakan untuk mengestimasi respon metabolik glikemik suatu makanan. Prosedur *in-vitro* dapat mensimulasikan pencernaan enzimatik pati. Penggunaan protease (pepsin) digunakan untuk menghindari interaksi protein-pati, α -amylase digunakan untuk hidrolisis pati, dan amiloglukosidase akan melepaskan glukosa dari produk hidrolisis pati (Argyri *et al.*, 2016; Englyst *et al.*, 1999; Goni *et al.*, 1997).

Prosedur penelitian Goni *et al.*, (1997) diawali dengan mempersiapkan 50 mg sampel kemudian ditambahkan dengan 0,2 ml larutan yang mengandung 1 gram pepsin dalam 10 ml HCl-KCl buffer pada masing-masing sampel dan diinkubasi selama 1 jam pada *shaking water bath* dengan suhu 40°C, setelah itu volume ditambahkan hingga mencapai 25 ml dengan Tris-Maleate buffer pH 6,9 dan 5 ml larutan α -amylase 2.6 UI dalam Tris-Maleate buffer yang juga ditambahkan pada masing-masing sampel. Sampel diinkubasi pada suhu 37°C pada *shaking water bath*, selanjutnya 1 ml alikuot sampel diletakkan pada masing-masing tabung reaksi setiap 30 menit sejak menit ke 0 hingga menit ke 180, kemudian alikuot-alikuot tersebut ditempatkan pada tabung dengan suhu 100°C selama 5 menit dan digoyangkan untuk menonaktifkan enzim, kemudian dinginkan hingga waktu inkubasi selesai, setelah itu 3 ml natrium asetat (0,4 M) ditambah pada masing-masing alikuot dan 60 μ L amiloglikosidase digunakan untuk menghidrolisis pati menjadi glukosa setelah 45 menit dengan suhu 60°C pada *shaker water bath*, selanjutnya volume ditambah



menjadi 10-100 ml dengan air distilasi. Bagi tiga alikuot menjadi 0,5 ml dan inkubasi dengan Peridochrom Glucose GOD-PAD. Pati didapatkan dengan mengkalikan kadar glukosa angka 0,9. Laju cerna pati disajikan sebagai persentasi dari total pati yang terhidrolisis dalam waktu yang berbeda (menit ke 30, 60, 90, 120 dan 180).

Area dibawah kurva *Area Under Curve* (AUC, 0-180 menit) kemudian dilakukan perhitungan. Perhitungan nilai *Hydrolysis Index* (HI) didapatkan dari perbandingan AUC makanan uji dengan AUC makanan standar. Hasil Penelitian ini menyimpulkan bahwa metode *in-vitro* bermanfaat untuk mengestimasi nilai indeks glikemik suatu makanan uji. Contoh grafik peningkatan kadar pati terhidrolisis pada penelitian Goni *et al.*, (1997) disajikan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Grafik Peningkatan Kadar Pati Terhidrolisis (Goni *et al.*, 1997)

Gambar 2.1 menunjukkan peningkatan kadar pati terhidrolisis untuk masing-masing sampel pada penelitian terkait pengukuran nilai indeks glikemik secara *in-vitro*.

Penelitian lain dilakukan oleh Argyri *et al.*, (2016) yang bertujuan untuk mengembangkan metode *in-vitro* dan mengevaluasi reliabilitas

melalui perbandingan antara hasil percobaan melalui metode *in-vitro* dari beberapa makanan dengan nilai IG dan BG yang telah dipublikasikan. Pada penelitiannya, dalam menentukan nilai kandungan glukosa sampel dilakukan dengan menggunakan metode DNS, dimana prinsip dalam metode DNS ini adalah dalam suasana alkali, gula pereduksi akan mereduksi 3,5-dinitrosalisilat membentuk senyawa yang dapat diukur absorbansinya pada panjang gelombang 550 nm (Apriyantono dkk, 1989).

Pembuatan pereaksi DNS berdasarkan Miller (1959) yang telah memodifikasi pembuatan pereaksi DNS, dalam 100 ml terdiri dari 1% asam 3,5 dinitrosalisilat; 0,2% fenol; 0,05% natrium sulfat (Na_2SO_4); 1% natrium hidroksida (NaOH), selanjutnya sebanyak 1 ml garam rochelle ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 4% ditambahkan setelah terbentuknya kompleks warna antara DNS dan gula pereduksi hasil hidrolisis.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmasyah dan Sudiana (2003) didapatkan bahwa reagen DNS modifikasi Miller (1959) menghasilkan nilai absorbansi lebih tinggi dibandingkan dengan reagen DNS yang tanpa diberi sulfat dan fenol yang mana semakin tinggi kadar glukosa larutan, maka semakin jelas perbedaan serapan absorbansinya. Penggunaan reagen DNS modifikasi dapat mempertahankan stabilitas intensitas kompleks warna sekalipun dilakukan penundaan pengukuran absorbansi pada spektrofotometer setelah selang waktu 24 jam, dimana DNS tanpa penambahan sulfat dan fenol tidak mampu menjaga kestabilan warna.

Reagen DNS modifikasi ini dapat berfungsi secara efektif dalam mengikat gula pereduksi sebagai indikator terjadinya aktivitas enzim, oleh



karena itu glukosa yang terukur oleh DNS modifikasi ini terukur lebih tinggi dari hasil DNS biasa. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa komposisi reagen DNS modifikasi terbukti lebih sensitif dan mampu mempertahankan stabilitas kompleks warna lebih lama (Rahmansyah dan Sudiana., 2003)

Penelitian indeks glikemik untuk sampel beras merah dan kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan metode *in-vitro* berdasarkan Goni *et al* (1997) dan penetapan gula dengan menggunakan DNS modifikasi Miller (1959) karena metode *in-vitro* berdasarkan Goni *et al* (1997) cukup banyak dilakukan dan proses serta alat dan bahan yang diperlukan cukup sederhana.

2.4 Beban Glikemik

Respon glikemik terhadap makanan yang dikonsumsi tidak hanya tergantung dari nilai IG saja, tetapi juga jumlah total karbohidrat yang dikonsumsi (Elaezu, 2016). Konsep Beban Glikemik (BG) dikembangkan oleh para ilmuwan untuk secara bersamaan menggambarkan bagaimana kualitas dan kuantitas karbohidrat dalam suatu makanan dalam setiap sajian, karena jumlah karbohidrat yang terkandung dalam suatu makanan akan mempengaruhi kenaikan kadar glukosa darah dan respon insulin.

Nilai BG memperkirakan seberapa banyak makanan akan menaikkan kadar glukosa darah seseorang saat makanan tersebut dikonsumsi atau seberapa banyak dalam setiap gram karbohidrat dalam suatu makanan akan meningkatkan kadar glukosa darah, sehingga BG





memperkirakan dampak konsumsi karbohidrat dengan menggunakan nilai IG dan dengan mempertimbangkan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi (Emaleku, 2017).

Nilai BG dapat diperoleh dengan membagi nilai IG dengan jumlah karbohidrat (gram) yang tersedia pada pangan yang dikonsumsi, kemudian dikalikan dengan angka 100 (Emaleku, 2017). Nilai BG dikatakan rendah jika (≤ 10), sedang (11-19) dan tinggi (> 20) (Eleazu, 2016). Oleh karena nilai BG dari suatu pangan bergantung pada 2 faktor yaitu nilai IG dan ukuran porsi, maka kenaikan atau penurunan nilai BG dapat dicapai dengan merubah salah satu atau kedua dari faktor tersebut, sehingga nilai BG rendah dapat dicapai dengan penurunan nilai IG atau dengan mengurangi jumlah karbohidrat dari makanan tersebut (Eleazu, 2016; Marsh *et al.*, 2011).

IG didefinisikan untuk setiap jenis makanan, sedangkan BG dapat dihitung berdasarkan ukuran porsi makanan, makanan utuh atau makanan selama satu hari (Emaleku, 2017). BG memperhitungkan jumlah karbohidrat dalam makanan yang dikonsumsi sebagai tambahan terhadap respon glikemik, sehingga nilai BG merupakan indikator yang baik untuk mengetahui bagaimana suatu makanan dapat mempengaruhi glukosa darah, sehingga perlu dipertimbangkan bersamaan dengan nilai IG agar dapat menentukan besar porsi yang sesuai dari suatu makanan yang baik untuk kesehatan (Emaleku, 2017).

Beban glikemik menjadi cara memperkirakan dampak dari konsumsi karbohidrat dengan memberikan gambaran yang lebih jelas dibandingkan dengan hanya pengukuran tunggal IG saja dan menurut

keepakatan bersama, kedua parameter ini hanya berguna jika dilihat bersama-sama karena tidak memberi gambaran utuh jika dilihat tersendiri. Makanan dengan nilai BG yang rendah hampir selalu memberikan nilai IG yang rendah, sementara nilai BG sedang atau tinggi dapat bernilai IG sangat rendah atau sangat tinggi, selain itu makanan bernilai IG tinggi yang dikonsumsi dalam jumlah kecil dapat memberikan efek yang hampir sama terhadap peningkatan kadar glukosa dengan makanan rendah IG yang dikonsumsi dalam kuantitas yang lebih besar (Katsilambros *et al.*, 2014). Contoh bahan makanan berdasarkan klasifikasi BG berdasarkan Foster Powell *et al.*, (2002) dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Contoh Bahan Makanan berdasarkan Klasifikasi Beban Glikemik

Makanan	Indeks Glikemik	Jumlah Sajian (g)	Available Carbohydrate (g/sajian)	Beban Glikemik	Kategori
Semangka	72	120	6	4	Rendah
Es krim (tinggi lemak)	37	50	9	4	Rendah
<i>Mashed potato</i>	74	150	20	15	Sedang
Makaroni	47	180	48	23	Tinggi
<i>Chocolate Bar</i>	65	60	40	26	Tinggi
<i>Corn flakes</i>	81	30	26	21	Tinggi

Sumber: (Foster-Powell *et al.*, 2002).

2.5 Beras Merah

Klasifikasi beras merah berdasarkan Suardi (2005) :

- Nama Indonesia : Padi Beras Merah
- Nama Latin : *Oryza nivara*



- Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
- Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
- Super Divisi : Spermatophyta (Tumbuhan berbunga)
- Kelas : Liliopsida (berkeping satu/monokotil)
- Sub Kelas : Commelinidae
- Ordo : Poales
- Famili : Poaceae (suku rumput-rumputan)
- Genus : Oryza
- Spesies : Oryza nivara

Beras merah merupakan beras yang mengandung antosianin sehingga menjadikan beras terlihat berwarna merah (Abdullah, 2017).

Beras merah didefinisikan sebagai beras pecah kulit karena hanya menghilangkan bagian gabah dan pengupasan kulit bagian luar (*hull*), namun tidak dilakukan proses penyosohan dan penggilingan atau pengolahan lebih lanjut. Akibat tidak dilakukannya pengolahan lebih lanjut, maka menyebabkan beras merah masih memiliki lapisan aleuron (*rice brand*) atau lapisan bekatul (Santika dan Rozakurniati, 2010).

Komposisi gizi beras merah per 100 gram terdiri atas 7,5 g protein, 0,9 g lemak, 77,6 g karbohidrat, 16 mg kalsium, 163 g fosfor, 0,3 g zat besi dan 0,21 g vitamin B1, selain itu beras merah mengandung banyak serat, minyak alami dan lemak esensial yang berguna bagi tubuh (Litbang, 2012).

Beras merah juga memiliki kandungan magnesium yang tinggi, dimana dalam secangkir beras merah mengandung 72,2 mg magnesium, sedangkan dalam jumlah yang sama beras putih hanya mengandung 22,6 mg magnesium (Nuryani, 2013), selain itu beras merah merupakan sumber

mineral mangan dimana dalam 100 gram beras merah mengandung 1,1 mg mangan atau mampu mencukupi 55% kebutuhan mineral mangan (Fibriyanti, 2012).

Balitbang Kementerian Pertanian telah melepaskan beberapa varietas beras merah seperti Aek Sibudong, Inpara 7, Inpago 7 dan Inpari 24 Gabusan. Tabel 2.2 berikut menunjukkan nilai Indeks Glikemik beberapa varietas padi tersebut berdasarkan Badan Penelitian dan Perkembangan Pertanian Tanaman Padi (2014) dan Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (2009)

Tabel 2.2 Perbedaan nilai indeks glikemik beberapa varietas padi

Varietas	Indeks Glikemik	Keterangan
Aek Sibudong	56	Sedang
Inpara 7	49	Ringan
Inpago 7	58	Sedang
Inpari 24 Gabusan	64	Sedang

Sumber : (BPPP Tanaman Padi, 2014; BPPP Tanaman Padi, 2009).

2.5.1 Manfaat Beras Merah

Tidak adanya proses penyosohan pada beras merah menjadikan beras merah menjadi lebih kaya akan komponen nutrisi dibandingkan dengan beras yang dilakukan proses penyosohan hingga bersih. Beras merah memiliki kandungan fitokimia, protein, vitamin B kompleks dan mineral yang tinggi (Pengkumsri *et al.*, 2015). Beberapa manfaat dari beras merah diantaranya:

a. Tinggi Antioksidan

Kandungan atosianin pada beras merah dapat berfungsi sebagai antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Abdullah, 2017).

Efektifitas antosianin yang baik untuk menjaga kesehatan dan menurunkan kadar penyakit kronis yaitu apabila mengonsumsi antosianin pada wanita antara 19,8 – 64,9 mg dan pada pria sekitar 18,4 – 44,1 mg setiap hari (Priska dkk., 2018). Berdasarkan hasil penelitian Mardiah (2017) kandungan antosianin pada berbagai varietas beras merah berkisar antara 170 – 488 mg/100 g berat kering.

b. Indeks Glikemik yang lebih Rendah

Kandungan serat pada beras merah diketahui lebih tinggi dibandingkan dengan beras putih, dimana serat pangan dapat mempengaruhi nilai indeks glikemik dengan cara menghambat secara fisik pada pencernaan dan aktivitas enzim sehingga dapat memperlambat laju makanan pada saluran cerna (Nurhidijah dan Nurrahman, 2016). Apabila dibandingkan dengan beras putih, secangkir beras merah mengandung 3,5 gram serat dibandingkan dengan beras putih yang hanya mengandung 1 gram saja (Nuryani, 2013).

c. Mengurangi Resiko Kanker Usus

Beras merah dapat mengurangi resiko terjadinya kanker usus besar karena memiliki kandungan selenium yang tinggi, dimana dalam 100 gram beras merah mengandung 26 mg selenium dibandingkan dengan beras putih yang hanya mengandung 19 mg selenium (Nuryani, 2013). Selenium berperan dalam mendukung perbaikan dan sintesis DNA pada sel-sel rusak, mencegah perkembangan sel kanker, dan merupakan antioksidan yang berguna dalam metabolisme hormon tiroid dan sistem imun, serta selenium juga digunakan oleh hati untuk menetralkan molekul-molekul racun yang berbahaya bagi tubuh (Fibriyanti, 2012).



d. Mempengaruhi Sekresi Insulin

Kandungan mineral magnesium yang tinggi pada beras merah berperan sebagai kofaktor lebih dari 300 enzim, termasuk enzim yang berperan dalam sekresi insulin. Kandungan magnesium dalam secangkir beras merah adalah 72,2 mg, sedangkan beras putih 22,6 mg (Nuryani, 2013). Peran potensial magnesium dalam penyakit DM adalah memperbaiki sensitifitas insulin dan akan mempermudah glukosa masuk ke dalam sel, dimana kurangnya kadar magnesium dalam tubuh akan mengurangi aktifitas tirosin kinase dalam reseptor insulin yang akan berdampak terhadap penurunan sensitifitas insulin (Faraditha dkk., 2014).

2.6 Perkecambahan Beras

Perkecambahan biji merupakan suatu proses metabolisme biji yang dapat menghasilkan pertumbuhan dari komponen kecambah, yaitu plumula dan radikula (Aak, 2010; Aminah, 2010). Beras berkecambah dapat diperoleh dengan perendaman beras pecah kulit, dimana air merupakan faktor penting dalam proses perkecambahan (Aminah, 2010; Purnobasuki, 2011)

Absorpsi atau penyerapan air yang merupakan langkah awal dalam proses perkecambahan biji, dimana biji akan menyerap air (imbibisi) dan mengakibatkan pembengkakan biji sehingga menyebabkan kulit biji pecah. Masuknya air pada suatu biji ini akan menyebabkan enzim aktif bekerja dimana proses ini berhubungan dengan aspek kimia (Aminah, 2010; Purnobasuki, 2011).

2.6.1 Manfaat Perkecambahan Beras

Proses perkecambahan pada suatu pangan dapat memberikan efek perbaikan metabolik yang bermanfaat dalam pengelolaan DM mencakup kontrol glikemik yang lebih baik (Imam *et al.*, 2012). Penelitian menemukan bahwa perendaman beras merah dengan air menjadikan beras mengalami proses perkecambahan yang akan menyebabkan terjadinya akumulasi GABA selama proses tersebut, dimana GABA dapat mendorong proliferasi sel beta terhadap apoptosis dan mencegah hiperglikemia pada tikus model TD1 (Aminah, 2010; Anawachul M and Jiamyangyuen S., 2009; Soltani *et al.*, 2011).

Hasil penelitian Nurhidajah dan Nurrahman (2014) menunjukkan kecambah beras merah dari varietas Mandel Handayani mampu menurunkan kadar glukosa darah sebesar 61,88% dan nilai HOMA-IR (parameter resistensi insulin) 56,82%. Kadar insulin meningkat 16,35% dan HOMA- β 763,6%. Sehingga disimpulkan bahwa kecambah beras merah mampu menurunkan glukosa darah, kondisi resistensi insulin dan meningkatkan sel beta pankreas pada tikus DM (Nurhidajah dan Nurrahman, 2016).

2.6.2 Pengaruh Perkecambahan Terhadap Zat Gizi

Selama proses perkecambahan terjadi perubahan biokimia termasuk pengaktifan enzim yang aktif dalam proses pemecahan sehingga menghasilkan senyawa bioaktif dan perubahan zat gizi (Chung *et al.*, 2016). Proses absopsi air (*imbibition*) yang terjadi pada proses perkecambahan mengakibatkan pembengkakan biji yang menyebabkan kulit biji pecah dan juga terjadi pengaktifan berbagai enzim dan hormon,



perubahan cadangan makanan serta perkembangan embrio (Aminah, 2010).

Kacang-kacangan dan beras yang mengalami proses perkecambahan umumnya terjadi perubahan terhadap kandungan zat gizi dan kandungan asam lemak (Rusyidi *et al.*, 2011), dimana perubahan kandungan zat gizi akibat proses perkecambahan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, pH, waktu, pencahayaan, teknik dan jenis sampel (Benincasa *et al.*, 2019; Dkhil and Denden, 2010; Parnsakhorn and Langkapin, 2018; Perveen *et al.*, 2008).

Kandungan protein dan lemak umumnya mengalami penurunan yang diakibatkan oleh aktivitas enzim protease dan lipase yang meningkat sehingga simpanan protein umumnya akan terhidrolisis atau terjadi pemecahan protein menjadi peptida dan asam amino, dan simpanan lemak yang terhidrolisis dan mengalami penurunan akibat pemecahan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana atau asam lemak (Chung *et al.*, 2016; Indriarsih *et al.*, 2017; Rusyidi *et al.*, 2011), selain itu karena karbohidrat digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan embrio, maka menyebabkan terjadinya penurunan terhadap kandungan karbohidrat sebagai akibat aktivitas enzim amilase yang aktif menghidrolisis pati menjadi karbohidrat sederhana yang kemudian digunakan sebagai energi untuk proses pembelahan sel (Indriarsih *et al.*, 2017; Rusyidi *et al.*, 2011).

Proses perkecambahan khususnya kultivar berpigmen seperti beras merah mengandung jumlah senyawa fenolik dan komponen bioaktif seperti *y-oryzanol* yang meningkat dari 33,21 mg/100g menjadi



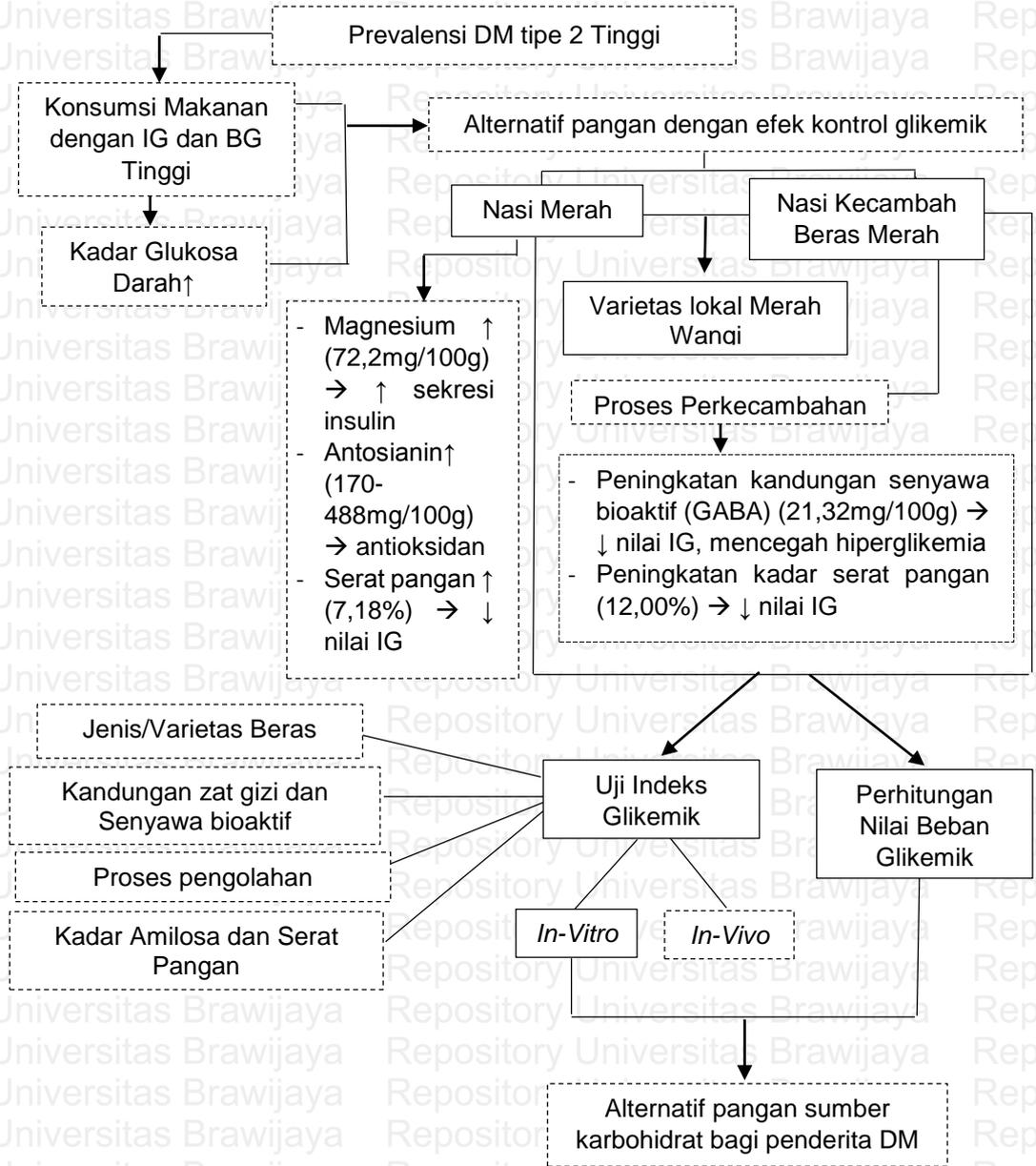


51,96mg/100g, *γ-aminobutyric acids* (GABA) meningkat dari 1,03mg/100g menjadi 21,32mg/100g, *tocols* meningkat dari 133,69μg/100g menjadi 256,79μg/100g dan *policosanol* yang meningkat dari 21,69mg/100g menjadi 26,51mg/100g (Anawachkul and Jiamyangyuen, 2009; Chung *et al.*, 2016), selain itu proses perkecambahan juga dapat meningkatkan kandungan serat sebagai akibat dari pembentukan dinding sel baru selama proses perkecambahan (Lee *et al.*, 2007 dalam Benincasa, 2019) dimana kandungan serat beras merah meningkat dari 7,22% menjadi 12,00% setelah proses perkecambahan (Rusyidi *et al.*, 2011).



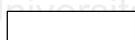
BAB III KERANGKA KONSEP

3.1 Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

Keterangan:



= Diteliti



= Tidak Diteliti

3.2 Penjelasan Kerangka Konsep

Konsumsi makanan dengan nilai IG dan BG tinggi dapat meningkatkan respon glukosa dalam darah sehingga kadar glukosa darah meningkat dan meningkatkan resiko terhadap penyakit DM tipe 2. Prevalensi DM mengalami peningkatan setiap tahunnya, maka diperlukan pengendalian dari permasalahan tersebut, salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan suatu rekomendasi pangan dengan efek kontrol glikemik.

Kultivar beras berpigmen seperti beras dengan perikarp merah memiliki kandungan antosianin, magnesium dan serat yang tinggi, dimana konsumsinya diketahui dapat menurunkan resiko penyakit jantung dan DM, selain itu kandungan serat pada nasi merah yang tinggi dapat berpengaruh terhadap penurunan nilai IG dengan cara menghambat secara fisik pada pencernaan dan aktivitas enzim sehingga dapat memperlambat laju makanan pada saluran cerna. Proses perkecambahan beras dapat meningkatkan kandungan serat dan senyawa bioaktif seperti *gamma-aminobutyric acids* (GABA). Kandungan serat dan senyawa bioaktif yang meningkat dapat berpengaruh terhadap penurunan nilai IG.

Suatu parameter yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan makanan berdasarkan responnya terhadap peningkatan kadar gula darah adalah dengan melihat nilai IG dan dengan memperhatikan jumlah karbohidrat sebagai faktor penting terhadap toleransi glukosa darah, yaitu dengan melihat nilai BG, sehingga dengan nilai IG dan BG maka dapat diketahui bagaimana kualitas dan kuantitas karbohidrat pada suatu pangan.

Nilai IG beras diantaranya dipengaruhi oleh jenis atau varietas beras, proses pengolahan beras, kandungan zat gizi, senyawa bioaktif,





kandungan serat pangan dan amilosa dalam beras. Nilai BG suatu beras dipengaruhi oleh nilai IG serta jumlah (gram) karbohidrat yang tersedia (*Available carbohydrate*) yang terkandung dalam beras persajian.

Salah satu varietas beras merah yang telah diproses menjadi kecambah beras dan dipasarkan di Indonesia adalah varietas Merah Wangi, beras ini merupakan hasil persilangan antara beras merah dan beras aromatik unggulan dan diketahui memiliki daya kecambah benih yang cukup tinggi. Oleh karena itu, peneliti menggunakan nasi merah dan nasi kecambah beras merah dari varietas lokal Merah Wangi untuk meneliti nilai IG menggunakan metode *in-vitro* dan juga menghitung nilai BG dari masing-masing sampel nasi tersebut sehingga diharapkan dapat memberikan rekomendasi pangan alternatif sumber karbohidrat khususnya bagi penyandang DM.

3.3 Hipotesis Penelitian

Terdapat perbedaan nilai estimasi indeks glikemik yang diukur secara *in-vitro* dan nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan menggunakan instrumen yang akan menghasilkan data numerikal (angka). Penelitian ini bersifat *true experimental* untuk melihat perbedaan nilai estimasi indeks glikemik dan nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi. Rancangan penelitian yang digunakan adalah jenis Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan jenis perlakuan yaitu nasi merah dan nasi kecambah beras merah dan pengulangan sebanyak 3 kali serta dianalisis secara duplo untuk masing-masing sampel. Tabel Rancangan Acak Lengkap (RAL) disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 4.1 Rancangan Acak Lengkap

NM ₁	NM ₃	NKM ₁
NKM ₃	NKM ₂	NM ₂

Keterangan

NM : Nasi Merah

NKM : Nasi Kecambah Beras Merah

4.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan adalah nasi merah dan nasi kecambah beras merah yang berasal dari beras dan kecambah beras varietas lokal Merah Wangi yang diproduksi oleh PT Gasol Pertanian Organik yang berlokasi di Desa Gasol, Kecamatan Cugenang, Kabupaten Cianjur. Sampel diperoleh dengan 3 kali produksi yang berbeda untuk setiap jenisnya.



4.2.1 Kriteria Inklusi

Beras Merah

- Berasal dari varietas lokal Merah Wangi
- Beras tidak berketu

Kecambah beras merah

- Berasal dari varietas lokal Merah Wangi
- Beras tidak berketu

4.2.2 Kriteria Eksklusi

Beras Merah

- Butiran beras merah patah

Kecambah beras Merah

- Butiran kecambah beras merah patah

4.3 Variabel Penelitian

4.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dari penelitian ini adalah nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi.

4.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah nilai estimasi indeks glikemik yang diukur secara in-vitro dan nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi.

4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai nilai estimasi indeks glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah dilaksanakan di Laboratorium Biokimia, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang dan Laboratorium Mikrobiologi di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) Universitas Brawijaya, Malang yang dimulai pada Agustus 2018 – Mei 2019, sedangkan analisis proksimat dan total gula dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian pada bulan November 2018, dan pengujian total pati dilakukan di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) Universitas Brawijaya, Malang pada bulan November 2018.

4.5 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

4.5.1 Bahan

a. Uji Estimasi Indeks Glikemik

Beras merah dan kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi merek *Gasol*, enzim pepsin *from porcine gastric mucosa* (EC 3.4.23.1), HCl-KCl buffer (pH 1,5), Tris-maleate buffer (pH 6,9), enzim α -amylase *from Aspergillus oryzae*, aquadest, NaCOOH buffer 0,4 M (pH 4,75), enzim amiloglukosidase *from Aspergillus niger*, reagen DNS (3,5-dinitrosalisilat) *from Sigma*, akuades, NaOH 1%, NaSO₃ 0,05%, fenol 0,2%, garam Rochelle 40% (KNaC₄H₄O₆.4H₂O), glukosa.



b. Uji Total Gula

Pereaksi anthrone 0,1% dalam sulfat pekat; alkohol 80%; CaCO_3 ; Na-oksalat; Pb-asetat; larutan glukosa standar 0,2 mg/ml; glukosa; akuades.

c. Uji Pati

Na bisulfit 1%; akuades, etanol 70%, 90%, KI, iodium, indikator PP, H_2SO_4 25%; NaOH 0,1 N; NaOH 25%; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; soda murni ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$); asam sitrat, kalium iodida 20%, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N; KI 20%; paraffin cair, indikator pati, kertas saring dan kertas pH.

4.5.2 Alat

a. Uji Estimasi Indeks Glikemik

Rice cooker merk *Cosmos*, timbangan analitik, mortar dan alu, erlenmeyer 100 ml; 50 ml, gelas ukur 100 ml, labu ukur (50; 100 ml), rak tabung, penjepit, hotplate, penagas air, tabung reaksi, *shaker water bath* merk *Memmer*, tip pipet 1 ml; 200 μL , *micropipet* P200; P1000, *sentrifuge tube*, *stirrer*, spektrofotometer *Shimatdzu UV-Vis 1800*, kuvet, refrigerator

b. Uji Total Gula

Pipet 1 ml, 5 ml; tabung reaksi; corong kecil; *waring* blender; kapas; kertas saring Whatman No 2; *water bath* 100°C; spektrofotometer, kuvet.

c. Uji Pati

Gelas ukur 25 ml, 100 ml; erlenmeyer 250 ml; neraca analitik; pendingin balik; biuret; corong; *stop watch*; pemanas listrik.

4.6 Definisi Istilah / Operasional

4.6.1 Nilai Estimasi Indeks Glikemik

Pengukuran indeks glikemik berdasarkan perhitungan laju grafik hidrolisis enzimatis pati menggunakan metode *in-vitro*. Dinyatakan dalam persen (%) dengan skala data rasio.

4.6.2 Nilai Beban Glikemik

Nilai beban glikemik yang diperoleh dari nilai estimasi indeks glikemik dikalikan jumlah *available carbohydrate* dalam satu porsi makanan dan dibagi 100, dinyatakan dalam persen (%) dan dengan skala data rasio.

4.6.3 Gula Pereduksi

Penentuan kadar gula pereduksi sampel dengan menggunakan metode DNS, dimana dalam suasana alkali, gula pereduksi akan mereduksi 3,5-dinitrosalisilat membentuk senyawa yang dapat diukur absorbansinya.

4.7 Prosedur Penelitian

4.7.1 Prosedur persiapan sampel

Masing-masing sampel dari masing-masing 3 produksi yang berbeda akan dilakukan pengukuran nilai estimasi indeks glikemik.

Prosedur Pemasakan Beras Merah:

- 1) Ambil beras merah sebanyak 1 gelas (200 gram) dimasukkan ke dalam panci *rice cooker*
- 2) Cuci beras merah dan kecambah beras merah dengan menggunakan air keran, diulangi sebanyak 3 kali



- 3) Tambahkan air bersih sebanyak 400 ml (rasio beras dan air 1:2) untuk beras merah. Pastikan semua beras terendam air dan permukaan beras rata
- 4) Keringkan tetesan air dipermukaan luar panci kemudian letakkan panci pada *rice cooker*
- 5) Tutup *rice cooker*, dan masak hingga matang atau *rice cooker* menandakan beras sudah matang (\pm 35-45 menit)
- 6) Saat nasi sudah matang,biarkan 15 menit sebelum tutup *rice cooker* dibuka agar uap terserap sempurna.

Prosedur Pemasakan Kecambah Beras Merah

- 1) Ambil kecambah beras merah sebanyak 1 gelas (200 gram) dimasukkan ke dalam panci *rice cooker*
- 2) Cuci kecambah beras merah dengan menggunakan air keran, diulangi sebanyak 3 kali
- 3) Tambahkan air bersih sebanyak 300 ml (rasio kecambah beras dan air 1:1,5). Pastikan semua beras terendam air dan permukaan beras rata
- 4) Keringkan tetesan air dipermukaan luar panci, kemudian letakkan panci pada *rice cooker*
- 5) Tutup *rice cooker*, dan masak hingga matang atau *rice cooker* menandakan beras sudah matang (\pm 35-45 menit)
- 6) Saat nasi sudah matang,biarkan 15 menit sebelum tutup *rice cooker* dibuka agar uap terserap sempurna.



4.7.2 Analisis Estimasi Indeks Glikemik

- 1) Sampel yang sudah dimasak masing-masing diambil sebanyak 100 mg dan dihaluskan dengan menggunakan mortar dan alu
- 2) Masing-masing diambil sebanyak 50 mg dan ditempatkan pada erlenmeyer 100 ml,
- 3) Tambahkan 10 ml HCL-KCL buffer (pH 1,5)
- 4) Inkubasi dengan 0,2 ml larutan (61,7 mg pepsin/ 10 ml HCl-KCl buffer pH 1,5) pada suhu 40°C selama 1 jam di dalam *shaker water bath*
- 5) Tambahkan Tris Maleate buffer (pH 6,9) hingga volume mencapai 25 ml dan 5 ml larutan 2,6 UI α -amylase dalam Tris Maleate buffer (pH 6,9), kemudian inkubasi pada suhu 37°C di dalam *shaker water bath*
- 6) Ambil 1 ml aliquot setiap interval 30 menit selama 120 menit
- 7) Masing-masing ampel aliquot yang sudah diambil dalam setiap interval ditempatkan pada sebuah *sentrifuge tube* 15 ml, kemudian dipanaskan pada *boiling water* selama 5 menit
- 8) Masukkan ke dalam refrigenerator sampai periode inkubasi selesai (120 menit)
- 9) Tambahkan ke dalam masing-masing aliquot 3 ml sodium asetat buffer (pH 4,75) 0,4 M dan 60 μ L amiloglukosidase (3.300 U/ml)
- 10) Inkubasi pada suhu 60°C selama 45 menit dalam *shaker waterbath*
- 11) Ambil 3 ml larutan aliquot dan letakkan ke dalam tabung reaksi.
- 12) Tambahkan 3 ml pereaksi DNS pada masing-masing aliquot

- 13) Tempatkan ke dalam air yang mendidih (*hotplate*) (suhu 100°C) selama 15 menit
- 14) Tambahkan 1 ml garam rochelle 40% pada masing-masing aliquot yang telah dipanaskan
- 15) Dinginkan masing-masing aliquot dengan air mengalir hingga mencapai suhu ruang
- 16) Ukur nilai absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 588 nm
- 17) Masukkan nilai absorbansi ke dalam persamaan kurva standar, sehingga di dapatkan nilai kadar konsentrasi glukosa
- 18) Buat grafik persamaan antara waltu dengan konsentrasi glukosa menggunakan software Microsoft Excel
- 19) Hitung luas area dari grafik tersebut sehingga didapatkan nilai luas area dibawah kurva (Area Under Curve/AUC)
- 20) Masukkan nilai AUC ke dalam persamaan berikut:

$$HI = \frac{\text{AUC for test food}}{\text{AUC for reference food}} \times 100$$
- 21) Untuk mendapatkan nilai estimasi indeks glikemik maka masukkan nilai HI ke dalam persmaan berikut :

$$eGI = 39,71 + 0,549 (HI).$$

4.7.3 Pembuatan Pereaksi DNS

- 1) Sebanyak 1 gram DNS dilarutkan dengan 20 ml akuades dalam labu takar 100 ml dengan menggunakan *stirrer*
- 2) Tambahkan 1 gram NaOH, 0,05 gram NaSO₃, dan 10 ml fenol 0,2%
- 3) Larutkan dengan menggunakan *stirrer*

- 4) Tambahkan akuades hingga batas tera (100 ml)

4.7.4 Pembuatan Kurva Standar

- 1) Buat konsentrasi glukosa: 0,1 mg/ml; 0,15 mg/ml; 0,2 mg/ml; 0,25 mg/ml; 0,3 mg/ml; dan 0,35 mg/ml
- 2) Ambil sebanyak 3 ml larutan pada masing-masing konsentrasi dan masukkan ke dalam tabung reaksi
- 3) Tambahkan sebanyak 3 ml pereaksi DNS pada masing-masing tabung reaksi
- 4) Tempatkan masing-masing tabung berisi larutan tersebut ke dalam air mendidih (hotplate) dengan suhu 100°C selama 15 menit
- 5) Segera tambahkan sebanyak 1 ml NaK Tartrat (40%) pada setiap masing-masing tabung
- 6) Dinginkan dengan air hingga larutan dari masing-masing tabung mencapai suhu ruang
- 7) Masukkan ke dalam kuvet dan ukur nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 588 nm
- 8) Buat kurva standar.

4.7.5 Perhitungan Nilai Beban Glikemik

Perhitungan nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi berdasarkan nilai estimasi indeks glikemik dan jumlah (gram) karbohidrat dalam satu porsi makanan pada masing-masing sampel, kemudian dibagi dengan 100.

$$BG = \frac{IG \times \text{Jumlah Karbohidrat tersedia persajian (gram)}}{100}$$

4.7.6 Penetapan Total Gula (Anthrone)

Pengujian Total Gula dengan menggunakan metode Anthrone berdasarkan Apriyantono (1989) adalah sebagai berikut :

Persiapan Sampel

- 1) Timbang sejumlah sampel ($\pm 20 - 30$ gr), tambahkan alkohol 80% dengan perbandingan sampel dan alholoh 1 : 1 atau 1 : 2.
- 2) Hancurkan sampel dengan menggunakan *waring blender* hingga semua gula terekstrak
- 3) Pindahkan semua sampel yang telah dihancurkan ke dalam gelas piala
- 4) Saring sampel dengan menggunakan kapas dan tempatkan filtrat dalam gelas piala. Dengan menggunakan alkohol 80% cuci sisa padatan sampai seluruh gula terlarut dalam filtrat
- 5) Ukur pH filtrat. Jika asam, tambahkan CuCO_3 hingga cukup basa. Dengan menggunakan penagas air 100°C , panaskan filtrat selama 30 menit
- 6) Saring kembali dengan menggunakan kertas saring Whatman No.2
- 7) Panaskan filtrat dengan penagas air dengan suhu $\pm 85^\circ\text{C}$ untuk menghilangkan alkohol. Tambahkan air pada penagas secukupnya jika akan kering
- 8) Saring kembali filtrat jika masih ada endapan sampel.
- 9) Tambahkan Pb-asetat jenuh dan Na oksalat untuk menghilangkan Pb



10) Tepatkan volume larutan sampai volume tertentu dengan air.

Kocok agar tercampur merata

11) Larutan siap digunakan untuk penetapan gula.

Pembuatan Kurva Standar

- 1) Pipet ke dalam tabung reaksi 0,0 ml (sebagai blanko); 0,2 ml; 0,4 ml; 0,6 ml; 0,8 ml dan 1 ml larutan glukosa standar, kemudian tambahkan air hingga total volume pada masing-masing tabung reaksi mencapai 10 ml
- 2) Segera tambahkan sebanyak 5 ml pereaksi anthrone ke dalam masing-masing tabung reaksi
- 3) Tutup tabung reaksi, campur merata
- 4) Masukkan masing-masing tabung reaksi dalam *water bath* 100°C selama 12 menit
- 5) Segera dinginkan menggunakan air mengalir
- 6) Pindahkan masing-masing larutan ke dalam kuvet dan baca nilai absorbansinya pada panjang gelombang 630 nm
- 7) Buat kurva hubungan antara nilai absorbans dengan mg glukosa.

Penetapan Sampel

- 1) Masukkan 1 ml sampel (dari persiapan sampel) ke dalam tabung reaksi
- 2) Segera tambahkan sebanyak 5 ml pereaksi anthrone ke dalam masing-masing tabung reaksi
- 3) Tutup tabung reaksi, campur merata

- 4) Masukkan masing-masing tabung reaksi dalam *water bath* 100°C selama 12 menit
- 5) Segera dinginkan menggunakan air mengalir
- 6) Pindahkan masing-masing larutan ke dalam kuvet dan baca nilai absorbansinya pada panjang gelombang 630 nm
- 7) Tentukan konsentrasi total gula dalam sampel.

4.7.7 Penetapan Total Pati

Penetapan kadar pati dengan menggunakan metode analisis Luff Schoorl berdasarkan Underwood (2014) adalah sebagai berikut :

Pembuatan larutan Luff Schoorl

Larutkan sebanyak 25 gr $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam 100 ml air, 50 gr asam sitrat dilarutkan dalam 50 ml air dan 388 gr soda murni ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) dilarutkan dalam 300-400 ml air mendidih. Larutan asam sitrat dituangkan dalam larutan soda sambil dikocok. Selanjutnya, ditambahkan larutan CuSO_4 . Sesudah dingin ditambahkan air sampai 1 liter, apabila terjadi kekeruhan, diamkan kemudian disaring.

Persiapan sampel

Timbang sebanyak 0,1 gr sampel dalam *erlenmeyer* 250 ml dan ditambahkan sebanyak 50 ml akuades, kemudian selama 3 jam, 5 ml HCl 25% dipanaskan pada suhu 100°C. setelah didinginkan, suspensi dinetralkan dengan NaOH 25% hingga mencapai pH 7. Pindahkan dalam labu takar 100 ml, kemudian tera dengan air destilata dan larutan ini, kemudian disaring menggunakan kertas saring.



Analisis Sampel

Sebanyak 25 ml filtrat dari persiapan sampel ditambahkan dengan 25 ml larutan *Luff Schoorl* dalam *erlenmeyer*, begitu juga untuk perlakuan blanko, yaitu dengan 25 ml akuades yang ditambahkan dengan 25 ml larutan *Luff Schoorl*. *Erlenmeyer*, kemudian dihubungkan dengan pendingin balik, kemudian di didihkan. Pendidihan larutan dilakukan selama 10 menit, kemudian segera dinginkan dan tambahkan dengan 15 ml KI 20% dan dengan hati-hati tambahkan sebanyak 25 ml H₂SO₄ 25% dan tutup, kemudian letakkan di tempat gelap selama 30 menit. Iodum yang dibebaskan dititrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N memakai indikator pati sebanyak 203 ml. Untuk memperjelas perubahan warna pada akhir titrasi maka sebaiknya pati diberikan pada saat titrasi hampir berakhir.

Perhitungan Kadar Pati

Kadar pati diketahui dengan melihat selisih antara titrasi blanko dengan titrasi sampel, kadar gula reduksi setelah dihidrolisis dengan HCl 25% (inversi) dalam bahan yang dapat diperoleh menggunakan tabel selisih kadar gula inverse dengan sebelum inverse dan dikalikan dengan 0,9.

$$\text{Kadar Pati (\%bb)} = \frac{\text{mg glukosa} \times \text{FP} \times 0,9 \times 100\%}{\text{mg sampel pati}}$$

Keterangan :

mg glukosa

angka tabel *Luff Schoorl*, berdasarkan seisih ml titrasi.

FP

ml filtrat petitrasi



4.7.8 Perhitungan Nilai *Available Carbohydrate*

Available Carbohydrate atau karbohidrat tersedia meliputi karbohidrat sederhana yaitu monosakarida, disakarida, oligosakarida dan pati. *Available Carbohydrate* dalam suatu pangan,

Berdasarkan Marsono dkk (2002) nilai *Available Carbohydrate* diperoleh dari rumus:

$$\text{Available Carbohydrate} = (1,1 \times \text{Pati Total}) + \text{Total Gula}$$

4.8 Analisis Data

Data yang telah didapatkan dari hasil analisis nilai estimasi indeks glikemik dan nilai beban glikemik pada masing-masing sampel, kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* SPSS 16, dilakukan analisis secara statistik untuk menguji hipotesis yang diajukan.

Nilai estimasi indeks glikemik dan nilai beban glikemik yang telah diperoleh, kemudian dilakukan uji normalitas menggunakan *Shaphiro-Wilk* dan dilanjutkan dengan uji statistik parametrik menggunakan uji *Independent t-test*.



BAB 5 HASIL DAN ANALISIS DATA

5.1 Karakteristik Sampel (Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah)

Karakteristik fisik nasi merah dan nasi kecambah beras merah yang digunakan dalam penelitian ini memiliki warna yang sama, yaitu merah tua kecoklatan. Nasi merah dan nasi kecambah beras merah dimasak berdasarkan prosedur pemasakan pada produk. Nasi merah yang berasal dari beras merah dimasak dengan perbandingan beras dan air 1:2 dan nasi kecambah beras merah yang berasal dari beras merah yang telah mengalami proses germinasi dimasak dengan perbandingan beras dan air 1:1.5.



Gambar 5.1 Bulir Beras Merah (BM), Bulir Kecambah Beras Merah (BKM), Nasi Merah (NM) dan Nasi Kecambah Beras Merah (NKM)



Berdasarkan hasil uji yang diperoleh dari analisis laboratorium terkait kandungan zat gizi nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Kandungan Zat Gizi Makro Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah Varietas Lokal Merah Wangi

Sampel	Protein (%)	Lemak (%)	KH (%)	Abu (%)	Air (%)
Nasi Merah	4,23	0,37	43,57	0,79	51,04
Nasi Kecambah Beras Merah	3,27	0,47	37,05	0,64	58,57

Analisis proksimat pada sampel nasi merah dan nasi kecambah beras merah dilakukan untuk mengetahui dan mengevaluasi kandungan gizi pada kedua sampel tersebut sehingga dapat dibandingkan antara keduanya.

5.2 Hasil Uji Kadar Pati, Total Gula, dan *Available Carbohydrate*

Hasil uji yang diperoleh dari analisis laboratorium terkait kadar pati dan total serta perhitungan nilai *Available Carbohydrate* nasi merah dan nasi kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Kadar Pati, Total Gula dan *Available Carbohydrate* Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah Varietas Lokal Merah Wangi

Sampel	Pati (g/100g)	Total Gula (g/100g)	Total <i>Available Carbohydrate</i> * (g /100g)
Nasi Merah	24,7	0,24	27,41
Nasi Kecambah Beras Merah	26,50	0,37	29,52

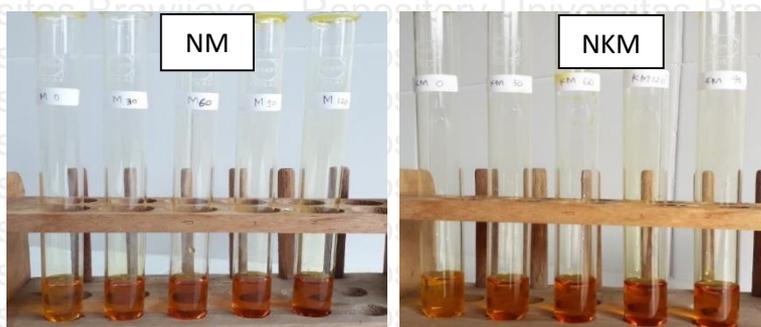
Keterangan :

**available carbohydrate* = (1,1 x pati) + total gula
(Marsono dkk (2002) dan Indrastati dan Anjani (2016))

Kandungan pati dan total gula diperlukan untuk mengetahui nilai *available carbohydrate* dari masing-masing sampel yaitu nasi merah dan nasi kecambah beras merah yang kemudian nilai *available carbohydrate* tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai beban glikemik dari untuk masing-masing sampel.

5.3 Peningkatan Kadar Glukosa

Kandungan glukosa pada masing-masing sampel diukur setelah dilakukan uji hidrolisis pati. Pengukuran menggunakan reagen *dinitrosalysilic acid* (DNS) yang ditambahkan pada setiap larutan berdasarkan peningkatan waktu hidrolisis pati dengan interval waktu 30 menit (menit ke-0 hingga menit ke-120) yang kemudian diukur kenaikan kadar glukosanya berdasarkan pembacaan nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 588 nm. Pada Gambar 5.2 berikut dapat dilihat perbedaan warna dari setiap larutan sampel berdasarkan waktu hidrolisis pati.



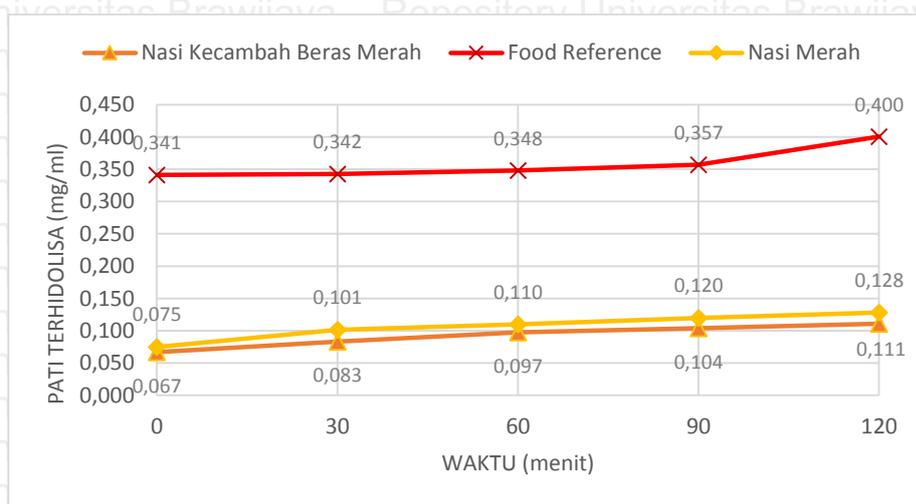
Gambar 5.2 Perubahan Warna Hasil Hidrolisis Pati Nasi Merah (NM) dan Nasi Kecambah Beras Merah (NKM)

Gambar 5.2 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya waktu pada proses hidrolisis pati dengan interval 30 menit (menit ke-0 hingga menit ke-120) maka menghasilkan larutan yang semakin gelap atau pekat. Hal ini

disebabkan karena semakin meningkatnya proses pemecahan pati menjadi gula seiring dengan peningkatan waktu.

5.4 Perhitungan Nilai Estimasi Indeks Glikemik

Nilai estimasi indeks glikemik dihitung dengan membandingkan nilai pati terhidrolisis masing-masing sampel yaitu nasi merah dan nasi kecambah beras merah dengan nilai pati terhidrolisis pangan acuan/*food reference*, yaitu glukosa murni. Gambar 5.3 menunjukkan peningkatan pati terhidrolisis dari masing-masing sampel dan pangan acuan pada setiap interval waktu.



Gambar 5.3 Grafik Peningkatan Pati Terhidrolisis Nasi Merah, Nasi Kecambah Beras Merah dan *Food Reference* (Glukosa)

Gambar 5.3 menunjukkan adanya peningkatan kadar pati terhidrolisis setiap peningkatan periode waktu (menit) baik pada masing-masing sampel yaitu nasi merah, nasi kecambah beras merah dan glukosa murni sebagai *food reference*.

Perhitungan nilai estimasi indeks glikemik diperoleh dari rumus berikut:

$$(i) \quad HI^* = \frac{AUC \text{ for test food}}{AUC \text{ for reference food}} \times 100$$

$$(ii) \quad eGI^* = 39,71 + 0,549 (HI)$$

Keterangan:

HI* = *Hydrolysis Index*

eGI* = *Estimated Glycemic Index*

Kurva luas area nasi merah, nasi kecambah beras merah dan *food reference*

(glukosa) serta perhitungan nilai estimasi indeks glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah dapat dilihat pada Lampiran 13 dan Lampiran

14. Hasil perhitungan dan analisis statistik nilai estimasi indeks glikemik masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Nilai Estimasi Indeks Glikemik Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah

Sampel	Estimasi Indeks Glikemik (%) ± SD	Kategori IG*
Nasi Merah	56,45 ± 0,50 ^b	Sedang
Nasi Kecambah Beras Merah	54,15 ± 1,05 ^a	Rendah
<i>p-value</i>	0,02	

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan
Kategori IG* = Rendah (≤55); Sedang (56-69); Tinggi (≥70)
(CDA, 2013)

Nilai estimasi indeks glikemik yang telah diperoleh dilakukan uji statistik menggunakan uji *Shapiro Wilk test*, untuk melihat apakah data terdistribusi normal atau tidak. Hasil dari uji *Shapiro Wilk test* menunjukkan nilai $p=0,176$ ($p<0,05$) sehingga disimpulkan bahwa data terdistribusi dengan normal, kemudian dilanjutkan dengan uji statistik parametrik *Independent t-test* dan

menunjukkan varian data homogen dimana pada uji *Lavenne's test* $p=0,058$ ($p>0,05$). Uji *independent t-test* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan nilai estimasi indeks glikemik nasi merah dengan nasi kecambah beras merah ($p<0,05$).

5.5 Perhitungan Nilai Beban Glikemik

Nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah diperoleh dari nilai estimasi indeks glikemik masing-masing sampel (nasi merah dan nasi kecambah beras merah) yang dikalikan dengan jumlah karbohidrat yang tersedia (*available carbohydrate*) dalam 1 porsi (100 gram nasi), kemudian dibagi dengan angka 100. Perhitungan nilai beban glikemik masing-masing sampel dapat dilihat pada Lampiran 15. Hasil perhitungan nilai beban glikemik masing-masing sampel tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Nilai Beban Glikemik Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah Varietas Lokal Merah Wangi

Sampel	Beban Glikemik (%) \pm SD	Kategori BG*
Nasi Merah	15,47 \pm 0,01 ^a	Sedang
Nasi Kecambah Beras Merah	15,98 \pm 0,31 ^b	Sedang
<i>p-value</i>	0,047	

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan
 Kategori BG* = Rendah (≤ 10); Sedang (11-19); Tinggi (≥ 20)
 (Eleazu., 2016; Marsh *et al.*, 2011)

Nilai beban glikemik yang telah didapatkan dilanjutkan dengan uji statistik menggunakan uji *Shapiro Wilk test*, untuk melihat apakah data terdistribusi dengan normal atau tidak. Hasil dari uji *Shapiro Wilk test* menunjukkan nilai $p=0,063$ ($p>0,05$) yang berarti data terdistribusi dengan normal, kemudian



dilanjutkan dengan uji statistik parametrik *Independent t-test*, dan uji *Lavenne's test* menunjukkan varian data homogen dimana $p=0,53$ ($p>0,05$). Uji *independent t-test* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dari nilai beban glikemik antara nasi merah dengan nasi kecambah beras merah ($p<0,05$).



BAB 6 PEMBAHASAN

6.1 Karakteristik Sampel (Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah)

Sampel nasi pada penelitian ini berasal dari beras merah dan kecambah beras merah varietas lokal Merah Wangi. Warna merah kecoklatan pada sampel nasi merah dan nasi kecambah beras merah disebabkan oleh adanya kandungan antosianin pada beras merah (Santika dan Rozakurniawati, 2010). Antosianin yang termasuk dalam komponen dari *flavonoid* merupakan pigmen yang memberikan warna merah, biru atau keunguan dimana antosianin dapat secara alami dihasilkan oleh suatu tanaman (Abdullah, 2017).

Nasi merah dan nasi kecambah beras merah memiliki tekstur yang cenderung kasar, dimana berdasarkan Nuryani (2013) tekstur kasar ini disebabkan karena beras merah merupakan beras pecah kulit yang pada prosesnya hanya menghilangkan bagian gabah dan bagian kulit luar (*hull*), namun tidak dilakukannya proses penyosohan dan penggilingan atau pengolahan lebih lanjut.

Perbedaan beras merah dengan kecambah beras merah menurut Aak (2010) dan Aminah (2010) adalah pada beras merah yang telah mengalami germinasi atau proses perkecambahan akan terlihat adanya tonjolan kecambah pada bagian atas bulir beras, namun pada penelitian ini tonjolan tunas pada kecambah beras merah tidak jelas terlihat, atau memiliki bentuk yang hampir sama dengan beras merah biasa yang tidak mengalami proses germinasi (Gambar 5.1). Berdasarkan Aak (2010) dan Purnobasuki (2011) terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan

kecambah seperti faktor dalam biji yang meliputi ketersediaan candangan makanan dan keadaan embrio serta faktor lingkungan yang meliputi air, komposisi udara, pH, suhu, cahaya, kelembapan dan waktu perkecambahan.

Berdasarkan hasil uji proksimat, nasi merah dan nasi kecambah beras merah yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan zat gizi yang cenderung berbeda (Tabel 5.1). Menurut Rusyidi *et al.*, (2011) kacang-kacangan dan beras yang mengalami proses perkecambahan terjadi perubahan terhadap kandungan proksimat dan kandungan asam lemak, dan berdasarkan Chung *et al.*, (2016) proses perkecambahan akan menyebabkan perubahan biokimia termasuk pengaktifan enzim yang aktif dalam proses pemecahan sehingga menghasilkan senyawa bioaktif dan peningkatan zat gizi, tetapi menurut Benincasa *et al* (2019) perubahan terkait zat gizi yang terjadi saat proses perkecambahan tergantung dari beberapa faktor seperti jenis sampel, kondisi perkecambahan dan teknik yang digunakan.

Pada penelitian ini, nasi kecambah beras merah memiliki kandungan protein dan kandungan karbohidrat yang cenderung menurun tetapi dengan kandungan lemak yang cenderung meningkat dibandingkan dengan nasi merah. Kandungan protein dan karbohidrat yang cenderung menurun ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Rusyidi *et al.*, (2011), dimana pada saat proses perkecambahan beras, aktifitas enzim protease meningkat sehingga simpanan protein akan terhidrolisis atau pemecahan protein menjadi peptida dan asam amino mengalami peningkatan. Begitu pula dengan kandungan karbohidrat yang cenderung menurun pada nasi



kecambah beras merah dibandingkan dengan nasi merah, dimana sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rusyidi *et al.*, (2011) bahwa pada saat proses perkecambahan berlangsung, karbohidrat digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan embrio sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kandungan karbohidrat setelah proses perkecambahan sebagai akibat aktifitas enzim amilase yang aktif menghidrolisis pati menjadi molekul yang lebih sederhana dan kemudian digunakan sebagai energi untuk proses pembelahan sel.

Peningkatan kandungan lemak pada nasi kecambah beras merah dalam penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Chung *et al.*, (2016) dan Indriarsih *et al.*, (2017), dimana seharusnya kandungan lemak pada beras yang telah mengalami germinasi atau perkecambahan akan menurun dibandingkan dengan beras yang tidak mengalami proses germinasi hal ini disebabkan aktifitas dari enzim lipase yang meningkat dan menyebabkan pemecahan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana.

Perubahan terkait kandungan lemak pada proses perkecambahan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti varietas beras, adanya perlakuan pemanasan, cahaya dan waktu perkecambahan (Parnsakhorn and Langkapin., 2018). Penelitian yang dilakukan Parnsakhorn dan Langkapin (2018) terkait efek temperatur terhadap sifat fisikokimia beras dari proses germinasi menunjukkan kandungan lemak pada beras yang tidak mengalami proses germinasi cenderung lebih rendah, dan pada sampel beras yang mengalami germinasi dengan proses pemanasan (*steaming*) pada suhu 100°C selama 10 menit dan pengeringan dengan suhu



20°C memiliki kandungan lemak total yang meningkat dari 2,36% menjadi 3,19%. Perlakuan dengan pemanasan, menyebabkan kandungan lemak pada beras mengalami proses stabilisasi dan mengakibatkan aktifitas enzim hidrolitik yaitu lipase dan peroksidase mengalami kerusakan (Parnsakhorn and Langkapin, 2018), selain itu peningkatan kandungan lemak dapat disebabkan akibat terbentuknya senyawa baru selama proses perkecambahan (Lee *et al.*, 2007 dalam Benincasa, 2019).

6.2 Kadar Pati, Total Gula dan Nilai *Available Carbohydrate* Sampel (Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah)

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 5.2 nasi kecambah beras merah memiliki kandungan pati, total gula nilai *available carbohydrate* yang cenderung meningkat dibandingkan dengan nasi merah. Total gula yang cenderung meningkat pada nasi kecambah beras merah ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Indriarsih *et al.*, (2017) yang menunjukkan bahwa pada proses perkecambahan terjadi peningkatan total gula akibat aktifitas enzim hidrolitik yang aktif memecah karbohidrat atau pati menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana atau gula.

Pada penelitian ini, kandungan pati pada nasi kecambah beras merah cenderung meningkat, hal ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Indriarsih *et al.*, (2017) dan Rusyidi *et al.*, (2011), dimana kandungan pati pada beras yang mengalami proses germinasi atau perkecambahan akan cenderung menurun dikarenakan meningkatnya proses pemecahan pati menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana



akibat dari aktifitas enzim hidrolitik yang meningkat selama proses perkecambahan.

Meningkatnya kandungan pati pada nasi kecambah beras merah dalam penelitian ini dapat diakibatkan oleh beberapa faktor seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Perveen *et al.*, (2008) dan Dkhil and Denden (2010) yang menyatakan bahwa proses pemecahan pati dipengaruhi oleh faktor seperti tingkat keasaman (pH) dan keadaan saline (tingkat keasinan), dimana dalam penelitiannya menunjukkan bahwa pH yang cenderung basa dan kondisi saline dapat mengakibatkan terhambatnya proses pemecahan pati, namun pada penelitian ini proses perkecambahan tidak dilakukan secara mandiri sehingga tidak dapat mengontrol faktor-faktor tersebut.

Pada penelitian ini, nasi kecambah beras merah memiliki jumlah *available carbohydrate* yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan nasi merah (Tabel 5.2). Hal ini disebabkan karena nasi kecambah beras merah memiliki kadar pati sebesar 26,50% dan kandungan total gula sebesar 0,37% yang menunjukkan kandungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan nasi merah, dimana hanya mengandung kadar pati sebesar 24,7% dan total gula sebesar 0,24%, oleh karena nilai *Available Carbohydrate* dipengaruhi oleh kadar pati dan kandungan total gula (Marsono dkk., 2002; Indrastati dan Anjani 2016) sehingga, semakin tinggi kadar pati dan kandungan total gula pada suatu pangan maka jumlah *available carbohydrate* dari pangan tersebut pun akan semakin tinggi.

6.3 Analisis Perbedaan Nilai Estimasi Indeks Glikemik (Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah)

Hasil yang diperoleh dari analisis statistik terkait nilai estimasi indeks glikemik pada penelitian ini, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai estimasi indeks glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah. Nasi kecambah beras merah memiliki nilai estimasi indeks glikemik yang lebih rendah dengan kategori indeks glikemik (IG) rendah dibandingkan nasi merah dengan kategori IG sedang (Tabel 5.4).

Berdasarkan Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (2014), nasi merah dari berbagai varietas beras memiliki nilai IG dengan rentang kategori rendah hingga sedang (BPPP Tanaman Padi, 2014). Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi IG suatu pangan selain dari varietas diantaranya adalah kadar serat pangan, kandungan lemak dan protein, proses pengolahan, senyawa bioaktif, serta kandungan amilosa dan amilopektin (Arif dkk, 2013; Mir *et al.*, 2013; Setianingrum dkk, 2016).

Berdasarkan hasil analisis proksimat (Tabel 5.1), nasi kecambah beras merah memiliki kandungan lemak yang lebih tinggi, yaitu mengandung 0,47% lemak dibandingkan dengan nasi merah yang hanya mengandung 0,37% lemak. Menurut Arif., dkk (2013) Suatu pangan dengan kandungan lemak yang lebih tinggi berpengaruh terhadap penurunan nilai IG karena lemak dapat memperlambat laju pengosongan lambung sehingga laju pencernaan makanan juga melambat (Arif dkk, 2013).

Kayahara (2000) dalam Nurhidajah dan Nurrahman (2016) dan Rusyidi *et al.*, (2011) menyimpulkan bahwa proses perkecambah meningkatkan kandungan serat pangan pada beras. Berdasarkan penelitian



Rusyidi *et al.*, (2011) beras merah mengandung serat pangan sebesar 7,18%, sedangkan beras merah yang telah mengalami proses perkecambahan kandungan serat pangannya meningkat menjadi 12,00%.

Peningkatan serat pada kecambah beras disebabkan karena selama proses perkecambahan akan terjadi pembentukan dinding sel baru melalui peningkatan senyawa pectic yang merupakan kelompok polisakarida dalam dinding sel tanaman (Lee *et al.*, 2007 dalam Benincasa, 2019). Berdasarkan Arif dkk., (2013) dan Septianingrum dkk., (2016) kandungan serat yang meningkat khususnya serat pangan dapat bertindak sebagai penghambat fisik pencernaan dan berperan menghambat aktifitas enzim sehingga proses pencernaan khususnya pati menjadi lambat dan respon terhadap kenaikan glukosa menjadi lebih rendah

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Anawachkul dan Jiamyangyuen (2009) proses perkecambahan dapat meningkatkan kandungan GABA, dimana sebelum proses perkecambahan, beras merah mengandung 1,03 mg/100g, sedangkan beras merah yang telah mengalami proses perkecambahan dengan waktu 32 jam, kandungan GABA meningkat menjadi 21,32 mg/100g. Menurut Septianingrum dkk., (2016) senyawa bioaktif seperti GABA yang terkandung pada beras akan membentuk senyawa kompleks antara pati dengan zat bioaktif yang dapat menyebabkan bagian pati yang normalnya akan dihidrolisis oleh enzim pencernaan menjadi tidak terkenali, sehingga semakin banyak ikatan antara pati dengan zat bioaktif maka semakin banyak pula bagian pati yang tidak dikenali oleh enzim pencernaan yang kemudian kemampuan hidrolisis pati menurun dan



mengakibatkan daya cerna pati menjadi rendah sehingga berpengaruh pula terhadap penurunan nilai indeks glikemik.

Pada penelitian ini kandungan pati nasi kecambah beras merah cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan nasi merah, dimana nasi merah memiliki kandungan pati sebesar 24,7%, sedangkan nasi kecambah beras merah memiliki kandungan pati sebesar 26,50% (Tabel 5.2) tetapi jenis pati yang terkandung belum diketahui karena pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian untuk melihat jenis pati. Berdasarkan Arif., dkk (2013) dan Septianingrum., dkk (2016), kandungan pati jenis amilosa yang tinggi terbukti berpengaruh terhadap penurunan nilai IG, dimana kandungan amilosa yang lebih tinggi pada suatu pangan menyebabkan pencernaan menjadi lebih lambat karena amilosa merupakan polimer glukosa yang memiliki struktur tidak bercabang dan lebih kristal dengan ikatan hidrogen yang lebih kuat, sehingga lebih sukar dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan.

6.4 Analisis Perbedaan Nilai Beban Glikemik (Nasi Merah dan Nasi Kecambah Beras Merah)

Hasil perhitungan dan analisis statistik terhadap nilai BG pada penelitian ini, didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai BG nasi merah dengan nasi kecambah beras merah. Meskipun keduanya termasuk dalam rentang kategori BG sedang, tetapi nasi merah memiliki nilai BG yang lebih rendah dibandingkan dengan nasi kecambah beras merah, dimana nilai BG untuk satu porsi nasi merah (100 gram) adalah



15,47±0,01, sementara nilai BG untuk satu porsi nasi kecambah beras merah adalah 15,98±0,31 (Tabel 5.5).

Nilai BG yang lebih tinggi pada nasi kecambah beras merah ini disebabkan karena kadar pati dan kandungan total gula pada nasi kecambah beras merah yang lebih tinggi dibandingkan dengan nasi merah sehingga jumlah *available carbohydrate* yang terkandung dalam nasi kecambah beras merah pun lebih tinggi (Tabel 5.2). Berdasarkan Eleazu., (2016) dan Marsh., *et al* (2011), nilai BG bergantung dari 2 faktor yaitu nilai IG dan ukuran porsi yang akan menentukan jumlah *available carbohydrate* suatu pangan dalam satu sajian makan, sehingga kenaikan atau penurunan nilai BG dapat dicapai dengan perubahan salah satu atau kedua dari faktor tersebut.

6.5 Aplikasi Terhadap Gizi

Berdasarkan Naser dan Wimalawansa (2015) konsumsi pangan dengan nilai IG yang rendah dapat menurunkan laju penyerapan glukosa dan mengendalikan glukosa darah. Menurut Murray *et al.*, (2016) dalam hal mengontrol glukosa darah, maka pangan dengan nilai IG yang rendah akan memberikan respon terhadap kenaikan kadar glukosa darah dengan lambat, sehingga pangan tersebut dianggap baik khususnya pada penderita DM karena kurang menimbulkan fluktuasi dalam sekresi insulin.

Disamping nilai IG, menurut Queiroz *et al.*, (2012) dan Passos *et al.*, (2014) jumlah karbohidrat yang terkandung dalam suatu pangan juga penting untuk diperhatikan khususnya dalam hal pengontrolan kenaikan glukosa darah, dimana dengan melihat nilai IG dan BG dalam suatu pangan





maka dapat memberikan gambaran bagaimana kualitas dan kuantitas karbohidrat pangan tersebut dalam setiap sajian.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan nilai IG nasi kecambah beras merah termasuk dalam kategori IG rendah, sedangkan nilai IG nasi merah termasuk dalam kategori IG sedang. Sementara hasil perhitungan nilai BG menunjukkan baik nasi merah maupun nasi kecambah beras merah memiliki nilai BG dengan kategori sedang. Perubahan nilai BG ini dapat diubah dengan meningkatkan atau menurunkan jumlah porsi untuk masing-masing sampel nasi. Berdasarkan perhitungan dari hasil penelitian ini, untuk mendapatkan nilai BG dengan kategori rendah, maka nasi merah dan nasi kecambah beras merah dapat dikonsumsi sebanyak 60 gram nasi dalam satu sajian atau satu kali makan, dimana dengan mengonsumsi 60 gram nasi merah maka nilai BG adalah 9,28%, sedangkan dengan mengonsumsi 60 gram nasi kecambah beras merah maka nilai BG adalah 9,59%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nurhidajah dan Nurrahman (2016) terkait efek hipoglikemik kecambah beras merah pada tikus yang diinduksi STZ-NA dengan parameter kadar insulin, indeks HOMA-IR dan HOMA- β , didapatkan hasil bahwa kecambah beras merah mampu menurunkan kadar glukosa darah sebesar 61,88% dan sebesar 56,82% nilai HOMA-IR sebagai parameter dari resistensi insulin, kadar insulin mengalami peningkatan sebesar 16,35% dan peningkatan HOMA- β sebesar 763,6%. Sehingga dalam penelitiannya disimpulkan bahwa kecambah beras merah mampu menurunkan kadar glukosa dan memperbaiki kondisi resistensi insulin pada tikus DM dan meningkatkan sel beta pankreas, selain itu karena dalam proses perkecambahan dapat terjadi peningkatan kandungan gizi



seperti kadar serat, dimana berdasarkan Rusyidi *et al.*, (2011) kadar serat pada beras merah yang mengalami proses perkecambahan meningkat dari 7,18% menjadi 12,00%, dan senyawa bioaktif seperti GABA yang meningkat dari 2,05 menjadi 21,32 mg/100g (Anawachkul and Jiamyangyuen, 2009), dimana GABA dapat memberikan efek baik terhadap proliferasi sel beta dan mencegah hiperglikemia (Soltani *et al.*, 2011), oleh karena itu kecambah beras merah dapat dijadikan sebagai pangan alternatif sumber karbohidrat bagi penderita DM.

6.6 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya:

- 1) Berat sampel yang digunakan untuk pengujian estimasi indeks glikemik tidak berdasarkan kandungan *available carbohydrate* sehingga belum dapat menggambarkan nilai indeks glikemik yang sebenarnya
- 2) Tidak dilakukannya analisis kadar serat pangan atau analisis pati resisten sebagai perhitungan dalam menentukan jumlah *available carbohydrate* sehingga hasil yang diperoleh belum dapat menggambarkan nilai yang sebenarnya
- 3) Penelitian ini dilakukan pada dua laboratorium dikarenakan adanya keterbatasan alat, sehingga terjadi jeda waktu antara pengujian hidrolisis pati dengan pengujian gula pereduksi yang dimungkinkan dapat mempengaruhi hasil penelitian



BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini diantaranya:

- 1) Berdasarkan hasil analisis laboratorium terkait kandungan gizi pada masing-masing sampel, menunjukkan nasi merah memiliki kandungan gizi berikut: protein (4,23%); lemak (0,37%); karbohidrat (43,57%), sedangkan nasi kecambah beras merah memiliki kandungan gizi berikut: protein (3,27%); lemak (0,47%); karbohidrat (37,05%).
- 2) Berdasarkan hasil analisis laboratorium, nasi merah memiliki kandungan total pati sebesar 24,7%, sedangkan nasi kecambah beras merah memiliki kandungan total pati sebesar 26,50%.
- 3) Berdasarkan hasil analisis laboratorium, nasi merah memiliki kandungan total gula sebesar 0,24%, sedangkan nasi kecambah beras merah memiliki kandungan total gula sebesar 0,37%.
- 4) Berdasarkan hasil perhitungan, nilai *available carbohydrate* yang terkandung pada nasi merah adalah 27,41%, sedangkan nilai *available carbohydrate* yang terkandung pada nasi kecambah beras merah adalah 29,52%.
- 5) Berdasarkan pengujian nilai indeks glikemik yang diukur secara *in-vitro*, nilai estimasi indeks glikemik nasi merah adalah 56,45 yang termasuk kategori IG sedang, sementara nasi kecambah beras merah memiliki nilai estimasi indeks glikemik 54,15 yang termasuk kategori IG rendah.



- 6) Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terkait nilai estimasi indeks glikemik antara nasi merah dengan nasi kecambah beras merah ($p < 0,05$).
- 7) Berdasarkan perhitungan nilai beban glikemik, didapatkan nasi merah memiliki nilai BG 15,47 yang termasuk kategori BG sedang, sementara nasi kecambah beras merah memiliki nilai BG 15,98 yang juga termasuk kategori BG sedang.
- 8) Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terkait nilai beban glikemik nasi merah dan nasi kecambah beras merah ($P < 0,05$).

7.2 Saran

- 1) Melakukan penelitian terkait nilai indeks glikemik baik secara *in-vivo* maupun *in-vitro* terhadap nasi kecambah beras merah dengan varietas lain yang ada di Indonesia
- 2) Penelitian selanjutnya, dalam menentukan jumlah sampel dihitung berdasarkan nilai *available carbohydrate*
- 3) Perhitungan terkait nilai *available carbohydrate* pada nasi perlu untuk dipertimbangkan kandungan pati resisten
- 4) Penelitian serupa, disarankan untuk dilakukan dengan menggunakan satu laboratorium agar tidak ada jeda waktu yang dimungkinkan berpengaruh terhadap hasil yang didapatkan
- 5) Penelitian terkait kandungan gizi lain dan senyawa bioaktif seperti *gamma aminobutyric acid* (GABA) yang berpengaruh terhadap nilai IG dan diduga kandungannya tinggi dalam nasi kecambah beras merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aak. 2010. Teknik Bercocok Tanam Jagung. Kanisius : Yogyakarta.
- Abdullah B. Peningkatan Kadar Antosianin Beras Merah dan Beras Hitam Melalui Biofortifikasi. *Jurnal Litbang Pertanian*, 2017, 36(2):91-98.
- ADA. 2008. *Nutrition Recommendation and Intervention for Diabetes*. Journal of the American Dietetic Association, January 2008, p. 1-4.
- ADA. 2009. *Position of the American Dietetic Association: Functional Foods*. Journal of the American Dietetic Association, 2009, p. 1-3.
- ADA. 2014. *Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*. Journal of the American Dietetic Association, 2014, Vol 37, Supplement 1, January 2014, p.1.
- Almatsier S. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, Edisi 9., Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2013. hal. 14-47.
- Aminah S. Potensi Campuran Kecambah Beras Coklat dan Kecambah Kedelai Sebagai Minuman Fungsional Tinggi Serat dan Protein. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 2010, 01(02): 1-5.
- Anawachkul M., Jiamyangyuen S. The Study of GABA Content and Development of GABA-Enriched Yougurt from Germinated Red Rice (Munpu rice). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 2009, 43: 224-231.
- Andarwulanm N., dkk. 2011. *Analisis Pangan*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Apriyantono A.D., Fardiaz., Puspitasari N.Lsedarnawati., Budiyanto S. 1989. *Analisis Pangan*. PAU Pangan dan Gizi IPB Bogor.
- Argyri K., Athanasatou A., Bouga M., Kapsokelafou M. The Potential of an in Vitro Digestion Method for Predicting Glycemic Response of Food and Meals. *Journal Nutrient*, 2016, 8, 209: 2-12.
- Arif A.B., Budiyanto A., Hoerdin. Nilai Indeks Glikemik Produk Pangan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. *J. Litbang Pert*, 2013, 32 (3): 91-99.
- BB PADI. 2009. *Beras untuk Penderita Diabetes*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- BB PADI. 2014. *Deskripsi Varietas Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.



- Benincasa, P., Falcinelli, B., Lutts, S., Stagnari F., Galieni, A. Sprouted Grains: A Comprehensive Review. *Nutrients J*, 2019, 11, 421: 1-29.
- Brouns F., Bjorck I., Frayn K.N., Gibbs A.L., Slama G. *et al.* Glycaemix Index Methodology. *Nutrition Research Reviews*, 2005, 18: 145-171.
- CDA. 2013. *Glycemic Index*, Canada Diabetic Association, 2009, Canada, p. 1-2.
- Chung S.I., Ryu Su N., Kang M.Y., 2016. Germinated Pigmented Rice (*Oryza Sativa* L. Cv. Superhongmi) Improves Glucose and Bone Metabolisms in Ovariectomized Rats. *Nutrients MDPI*, 2016. 8: 1-7.
- Deepa, G., Singh, V. Naidu, K.A., 2010. A comparative study on starch digestibility , glycemic index and resistant starch of pigmented (“ Njavara ” and “ Jyothi ”) and a non-pigmented (“ IR 64 ”) rice varieties. , 47 (6): 644–649.
- Dkhil, B.B., Denden, M. Salt Stress Induced Changes in Germination, Sugars, Starch and Enzyme of Carbohydrate Metabolism in *Abelmoschus esculentus* L seeds. *African Journal of Agricultural Research*, 2010, 5 (12): 1412-1418.
- Eleazu C.O. The Concept of Low Glycemic Index and Glycemic Load Foods as Panacea for Type 2 Diabetes Mellitus; Prospects, Challenges and Solutions. *Africa Health Sciences*, 2016, (16) 2: 1-4.
- Emaleku S.A. Comparative Glycemic Index and Glycemic Load of Local Pounded Yam and Instant Pounded Yam Flours Consumed with *Telfairia Occidentalis* (Ugwu) Soup in Test Human Subjects. *Journal of Diabetes and Metabolism*, 2017. 8 (12): 1-6.
- Englyst K.N., Englyst H.N., Hudson G.J., Cole T.J., Cummings J.H. Rapidly Available Glucose in Foods: An In Vitro Measurement That Reflects the Glycemic Response. *Am J Clin Nutr*, 1999, 69: 1-7.
- Faradhita F., Handayani D., Kusumastuty I. Hubungan Asupan Magnesium dan Kadar Glukosa Darah Puasa Pasien Rawat Jalan Diabetes Melitus Tipe 2. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 2014, 1 (2): 71-88.
- Fibriyanti Y.W. 2012. *Kajian Kualitas Kimia dan Biologi Beras Merah (Oryza Nivara) dalam Beberapa Pewadahan Selama Penyimpanan*. Tugas Akhir. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta. 2012.
- Foster-Powell, K., Holt, S.H.A., and Brand-Miller, J.C. International Table of Glycemic Index and Glycemic Load Values: 2002. *Am J Clin Nutr*, 2002, 76: 5-56.



- Frank B. Globalization of Diabetes, The role of diet, lifestyle, and genes. *Kelly West Award Lecture*, 2011, 34., p. 1-2
- Frei M., Siddhuraju P., Becker K. Studies on the in Vitro Starch Digestibility and The Glycemic Index of Six Different Indigenous Rice Cultivars from the Philippines. *J. Food Chemistry*, 2013, 83: 395-402.
- Goni I., Alanso A.G., Calixto F.S. A Starch Hydrolysis Procedure to Estimate Glycemic Index. *Nutrition Research*, 1997, 17 (3): 1-10.
- Gibson N. 2010. *Development of a Rapid Assessment Method for the Glycaemic Index*. Thesis. Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria, Pretoria. 2010.
- Girardi E., Schepisi M.S., Goletti D., Bates M., Mwaba P., Manu D.Y., *et al.*, The Global Dynamics of Diabetes and Tuberculosis: The Impact of Migration and Policy Implication. *International Journal of Infectious Disease*, 2017, 56; 45-53.
- GPO, 2018. Gasol Pertanian Organik. *Beras Merah Wangi*, (Online), (<http://www.gasolorganik.com/produk/beras-gasol/beras-merah>), diakses Januari, 2018.
- Guzman, M.K., *et al.* Investigating Glycemic Potential of Rice by Unraveling Compositional Variations in Mature Grain and Starch Mobilization Patterns during Seed Germination. *Scientific Reports*, 2017, 7: 5854.
- Hariyadi P. 2006. Pangan Fungsional Indonesia, *Foodreview Indonesia*, Mei 2006, hal. 1-2.
- Helmyati S. 2014. Buku Saku Interaksi Obat dan Makanan, Edisi 1., Gajah Mada University Press, Bulaksumur, Yogyakarta, 2014. p. 3-48.
- IDPH. 2012. *Chronic Disease Burden Update*, State of Illionist, 2012, 1(2): 1-2.
- Illnes Department of Public Health. *Chronic Disease Burden Update*, November 2012, p. 1-2.
- Imam M.U., Azmi N.H., Bhangar M.I., Ismail N., Ismail M. Antidiabetic Properties of Germinated Brown Rice: A Systemic Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Hindawi Publishing Corporation, 2012; 1-13.
- Indra D., Wulandari Y. 2013. *Prinsip-Prinsip Dasar Ahli Gizi*, Edisi 1., Dunia Cerdas, Jakarta Timur. p. 8-20.



- Indrastati N., Anjani G. Snack Bar Kacang Merah dan Tepung Umbi Garut sebagai Alternatif Makanan Selingan dengan Indeks Glikemik Rendah. *Journal of Nutrition College*, 2016, 3(4): 546-554.
- Indriarsih S., Astuti M., Kanoni S., Rahayu E.S. Fatty Acis Composition and Physicochemical Properties in Gerninated Black Rice. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, 2017, 14 (1): 29-36.
- Jenkins D.J.A., Wolever T.M., Taylor R.H., Barker H., Fielden H., Baldwin J.M., *et al.* Glycemic Index of Food: A Physiological Basis for Carbohydrate Exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1981, (34): 1-5.
- Katsilambros N., Dimosthenopoulos C., Kontogianni M., Manglara E., Poulia K.A. *Clinical Nutrition Practice*, 2010. Asuhan Gizi Klinik, 2010. Aryandhito Widhi Nugroho dan Theresia Veronica Dwinita Sitorus (penerjemah), 2014, Jakarta, Indonesia, 2014. Hal. 63-67.
- Kawamura T., Takamura C., Hirose M., Higashide T., Kashihara Y., *et al.* 2015. The Factor Affecting on Estimation of Carbohydrate Content of Meals in Carbohydrate Counting. *Clin Pediatr Endocrinol*, 24(4): 1.
- Kemenkes RI. 2008. *Pedoman Pengendalian Diabetes Melitus dan Penyakit Metabolik*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 2008, p. 9-10.
- Kemenkes RI. 2014. *Waspada Diabetes, Situasi dan Analisis Diabetes*, Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta Selatan, 2014, p. 2.
- Kementerian Kehutanan. 2012. *Perkecambah Benih*. Direktorat Jendral Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial Balai Perbenihan Tanaman Hutan Sulawesi
- Litbang. 2007. Sehat dengan Pangan Indeks Glikemik Rendah. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Vol. 29, No, 3, Bogor, 2007. hal. 2-3.
- Litbang. 2012. Inpago 7: Beras Merahnya Padi Gogo. *Agroinovasi, Sinartani*. Edisi 40-10.
- Liptan. 2001. *Padi Aromatik Varietas Sintanur*. Departemen Pertanian. Jawa Tengah, Oktober, 2011. hal. 1-2.
- Mardiah Z., 2017. Identifikasi Kandungan Fenolik Total, Antosianin Total dan Asam Fitat Pada Beberapa Varietas Unggul Baru Beras Berwarna *in* S Herlinda,





- (Eds), *Pengembangan Ilmu dan Teknologi Bersama Petani Lokal untuk Optimalisasi Lahan Suboptimal*, 2017. hal. 809-816.
- Marsh K., Barclay A., Colagiuri S. Glycemic Index and Glycemic Load of Carbohydrates in the Diabetes Diet. *Curr Diab Rep*, 2011, 11: 1-4.
- Marsono Y., Wiyono P., Noor Z. Indeks Glikemik Kacang-Kacangan. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*, 2002, 13 (3): 1-6.
- Miller G.L. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagen for Determination of Reducing Sugar. *Anal, Chem*, 1995, 31: 426-428.
- Mir, J.A., Srikaeo, K., Gracia, J. Effect of Amylose and Resistant Starch on Starch Digestibility of Rice Flours and Straches. *International Food Research Journal*, 2013, 20(3): 6.
- Murray R.K., Bender D.A., Botham K.M., Kennelly P.J., Rodwell V.W., Weil P.A., 2010. Harper's Illustrated Biochemistry., Ed. 29. Soeharsono Ricky., dkk (penerjemah), 2012, Penerbit Buku Kedokteran: EGC, 2016. hal. 149-209.
- Nurhidajah N., Nurrahman N. Efek Hipoglikemik Kecambah Beras Merah pada Tikus yang Diinduksi STZ-NA dengan Parameter Kadar Insulin, Indeks HOMA-IR dan Homa β . *Argitech*, 2016, 36(4): 1-7.
- Nuryani. Potensi Substitusi Beras Putih dengan Beras Merah Sebagai Makanan Pokok untuk Perlindungan Diabetes Mellitus. *Media Gizi Masyarakat Indonesia*, 2013, 3(3): 1-8.
- Parnsakhorn, S., Langkapin, J. Effects od Drying Temperatures on Physicochemical Properties of Germinated Brown Rice. *Songklanarin J. Sci. Technol*, 2018. 40 (1): 127-134.
- Passos T.U., Sampaio Helena A., Sabry Maria O.A., Melo Maria L.P., Coelho Maria A.M., Lima Jose W.O. Glycemic Index and Glycemic Load of Tropical Fruits and the Potential Risk for Chronic Disease. *Food Science and Technology*, 2015, 35(1): 66-67.
- Patil S.B., Khan M.D. Germinated Brown Rice as a Value Added Rice Product: A Review, *J Food Sci Technol*. 2011, 48(6): 661-667. p. 1-2.
- Pengkumsri N., et al. Physicochemical and Antioxidative Properties of Black, Brown and red Rice Varieties of Northern Thailand. *Food Sci. Technol, Campinas*, 2015, 35(2): 331-338.

Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Tentang Pengawasan Klaim dalam Label Iklan dan Pangan Olahan Tahun 2011. BPOM. Jakarta. 2011.

Perkeni. 2015. *Konsesus, Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Mellitus Tipe 2 di Indonesia 2015*. PB Perkeni, 2015, p. 15-25.

Permatasari.S.M., Sudargo T., Purnomo Luthfan B. Estimasi Asupan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik dengan Kontrol Gula Darah Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 2015, 12 (02): 3-8.

Perveen, A., Naqvi, I.M., Shah, R., Hasnain, A. Comparative Germination of Barley Seeds (*Hordeum Vulgare*) Soaked in Alkaline Media and Effects on Starch and Soluble Protein. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 2008, 12 (3): 5-9.

Priska M., Peni N., Carvallo L., Ngapa Y.D. Antosianin dan Pemanfaatannya. *Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*, 2018, 8 (2): 79-97.

Purnobasuki, Hery. 2011. Perkecambahan. Jakarta: Grafindo.

Queiroz K.C., Silva I.N., Alfenas d.C.G, Influence of the Glycemic Index and Glycemic Load of the Diet in the Glycemic Control of Diabetic Children and Teenagers, *Nutricion Hospitalaria*, 2012, 27 (2): 2-4.

Rahman dkk., 2006. *Penuntun Praktikum Analisis Zat Gizi Semester V 3006/3007*. Universitas Brawijaya.

Rahmansyah M., Sudiana I.M. Optimasi Analisis Amilase dan Glukanase yang diekstrak Dari Miselium *Pleurotus ostreatus* dengan Asam 3,5 Dinitrosalisilat. *Berk. Panel. Hayati*, 2003, 9: 7-12.

Ramadhan N., Hanum S. Kontrol Glikemik pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 di Puskesmas Jayabaru Kota Banda Aceh. *SEL*, 2016, 3 (1): 5-8.

Rusyidi M., Noraliza, C.W., Azrina A., Zulkhairi, A. Nutritional Changes in Germinated Legumes and Rice Varieties. *International Food Research Journal*, 2011, 18: 705-713.

Santika A., Rozakurniati. Teknik Evaluasi Mutu Beras Ketan dan Beras Merah Pada Beberapa Galur Padi Gogo. *Buletin Teknik Pertanian*, 2010, 15(1): 1-5.

Sediaoetama A.D. 2006. *Ilmu Gizi*. Edisi Keenam. Jakarta: Dian Rakyat.

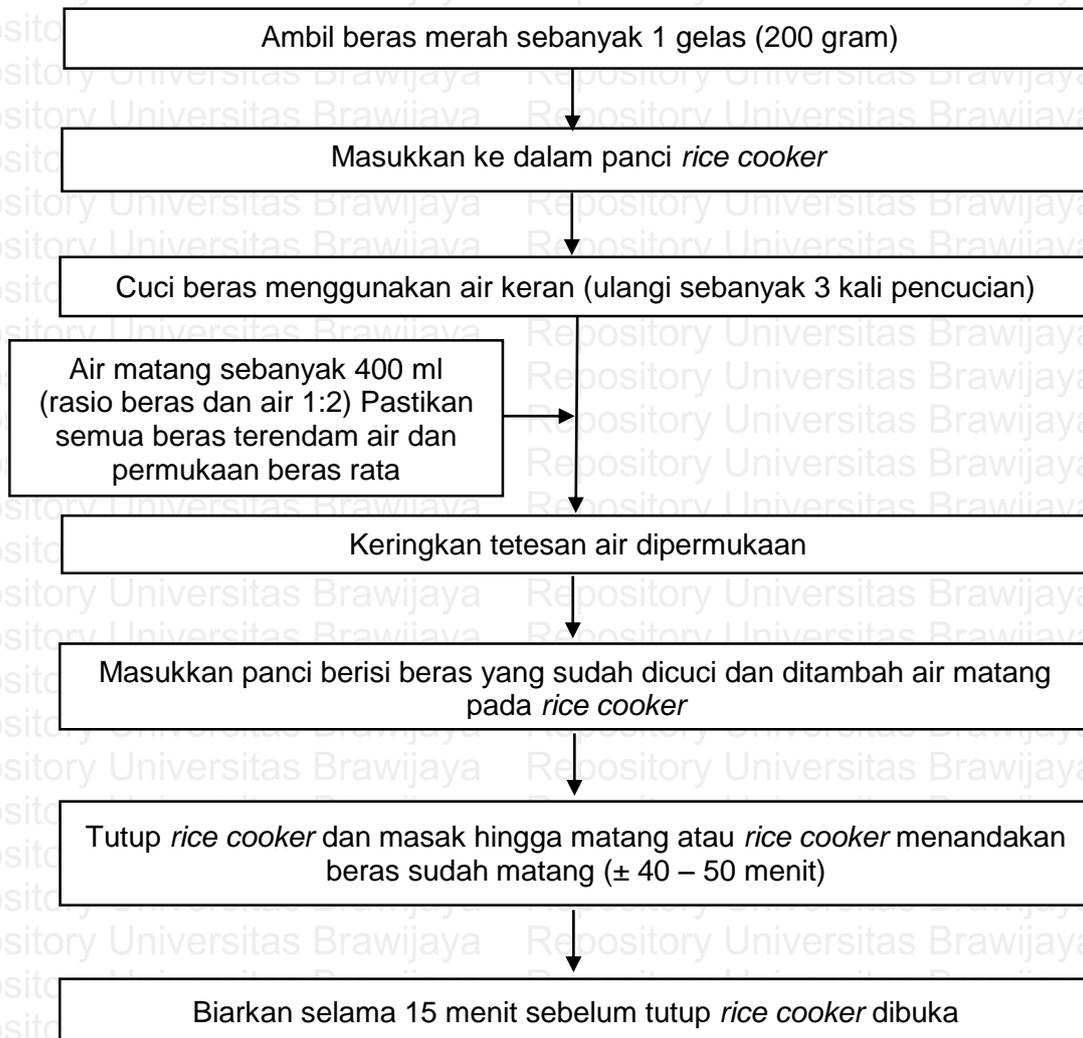
Septianingrum E., Liyanan., Kusbiantoro B. Indeks Glikemik Beras: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi dan Keterkaitannya terhadap Kesehatan Tubuh. *Jurnal Kesehatan*, 2016, 1 (1): 4-5.



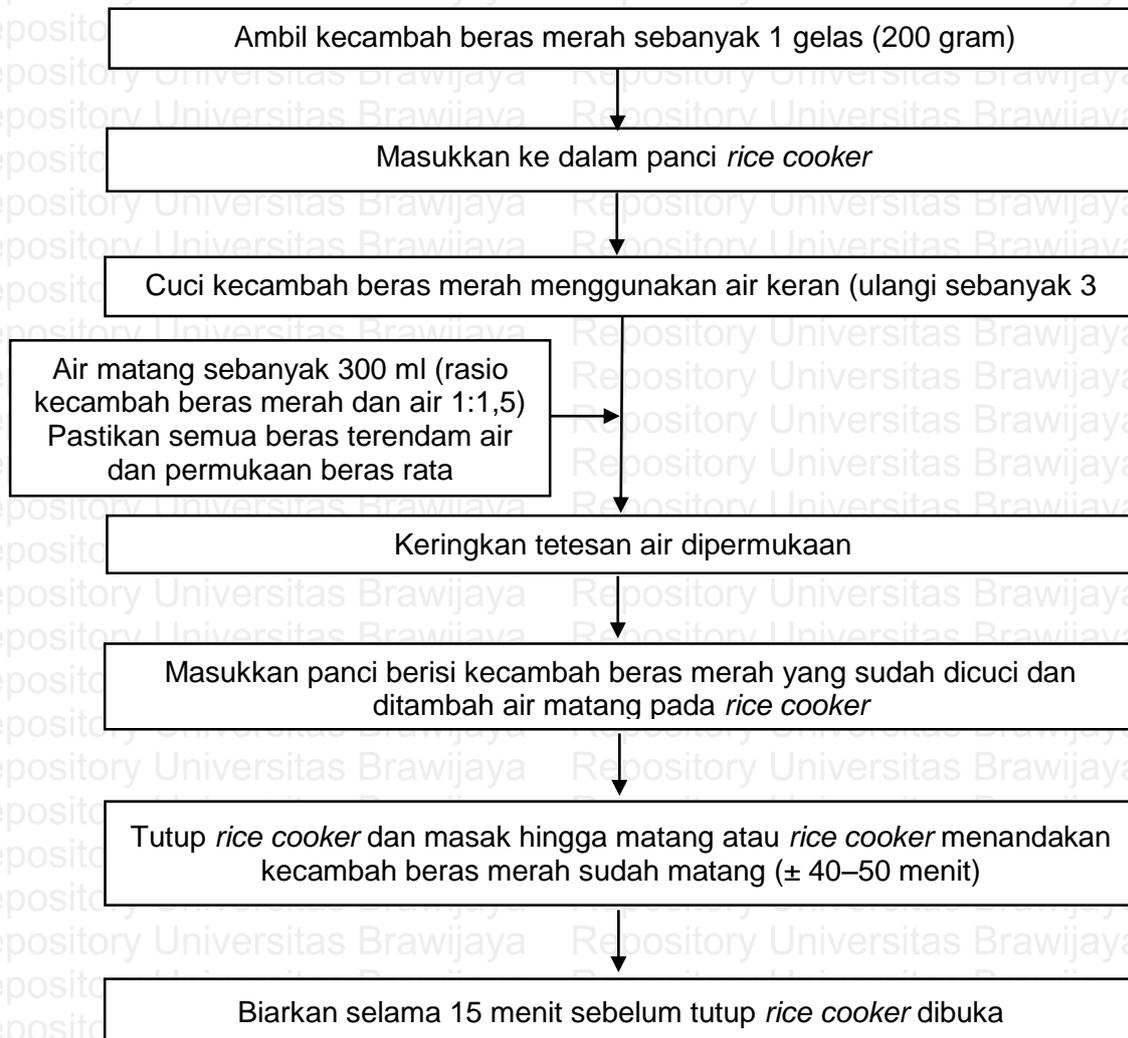
- Soltani N., *et al.* GABA Exerts Protective and Regenerative Effects on Islet Beta Cells and Reverses Diabetes. *PNAS*, 2011, 108(28): 1-6.
- Sonia, S., Witjaksono, F., Ridwan R. Effect of Colling of Cooked White Rice on Resistant Starch Content and Glycemic Response. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2015, 24(4): 1,5.
- Suardi D. Potensi Beras Merah Untuk Peningkatan Mutu Pangan. *J Lit Pert*, 2005, 24(3): 93-100.
- T.U., Sampaio H. A.C., Sabry M.O.D., Melo M.L.P., Coelho M.A.M., Lima J.E.O, Glycemic Index and Glycemic Load of Tropical Fruit and the Potential Risk for Chronic Disease, *Food Science and Technology*, 2014, 35 (1): 1-2.
- Underwood. 2014. *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi III, Erlangga, Jakarta.
- WHO. *Global Reports on Diabetes*, WHO Library Cataloguing, Geneva Switzerland, 2016, p. 4-21.
- WHO. *Diabetes Fakta dan Angka*, WHO, 2016, hal. 1-2.
- Widowati S., Susila Santosa B.A., Astawan M., Akhyar. Penurunan Indkes Glikemik Sebagai Varietas Beras Melalui Proses Pratanak. *J.Pascapanen*, 2009, 6(1): 1-8.
- Wijaya H.C., Kusbiantoro B., Faridah D.N., Handoko D.D. Identifikasi Komponen Aroma-Aktif Beberapa Varietas Beras (*Oryzamyristica* L.) Aromatik Asli Indonesia Sebagai Upaya Pemanfaatan Potensi Beras Indonesia. *Pengajar Institut Pertanian Bogor & Peneliti Badan Litbang Pertanian*, 2008., p. 1-2.
- Wijaya H.C., Kusumaningrum H., Kusbiantoro., Handoko D.D. Karakteristik Sensori Nasi dari Beberapa Varietas Padi Aromatik Lokal Indonesia. 2011, 20 (01), p 8-11.
- Yamada K., Mito N.S., Negata J., Umegaki K. Health Claim Evidence Requirements in Japan. *The Journal of Nutrition*, 2008, 1198S Supplement, 1-4.
- Yenrina R. 2015. *Metode Analisis Bahan Pangan dan Komponen Bioaktif*, Cetakan 1., Andalas University Press, Padang. p. 23-36.
- Yonathan C., Suhendra A. Perbandingan Pengaruh Nasi Putih dengan Nasi Merah Terhadap Kadar Glukosa Darah, 2016. Fakultas Kdokteran, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, p. 2-4.



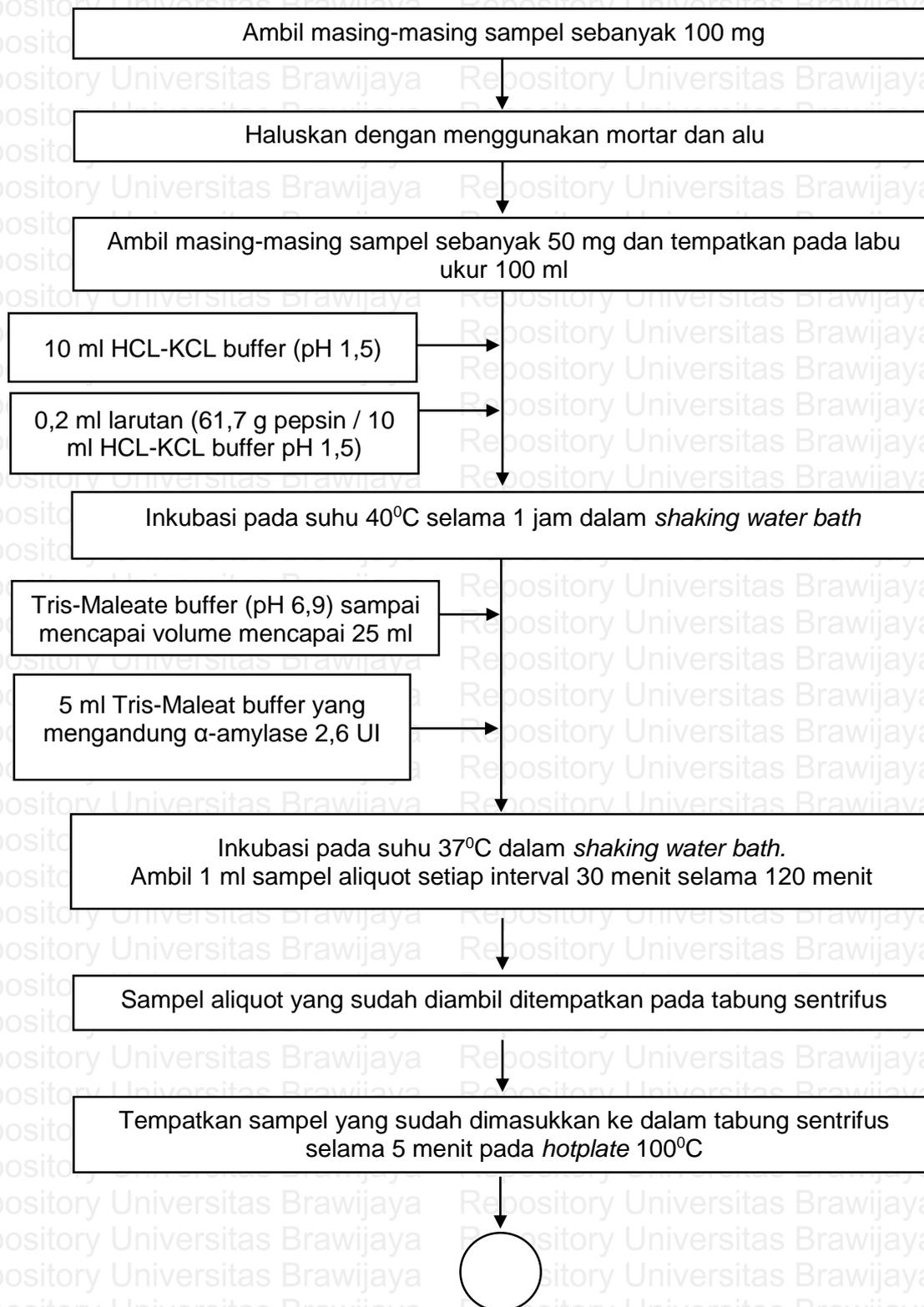
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Pemasakan Nasi Merah Varietas Merah Wangi (Gasol Pertanian Organik., 2017)

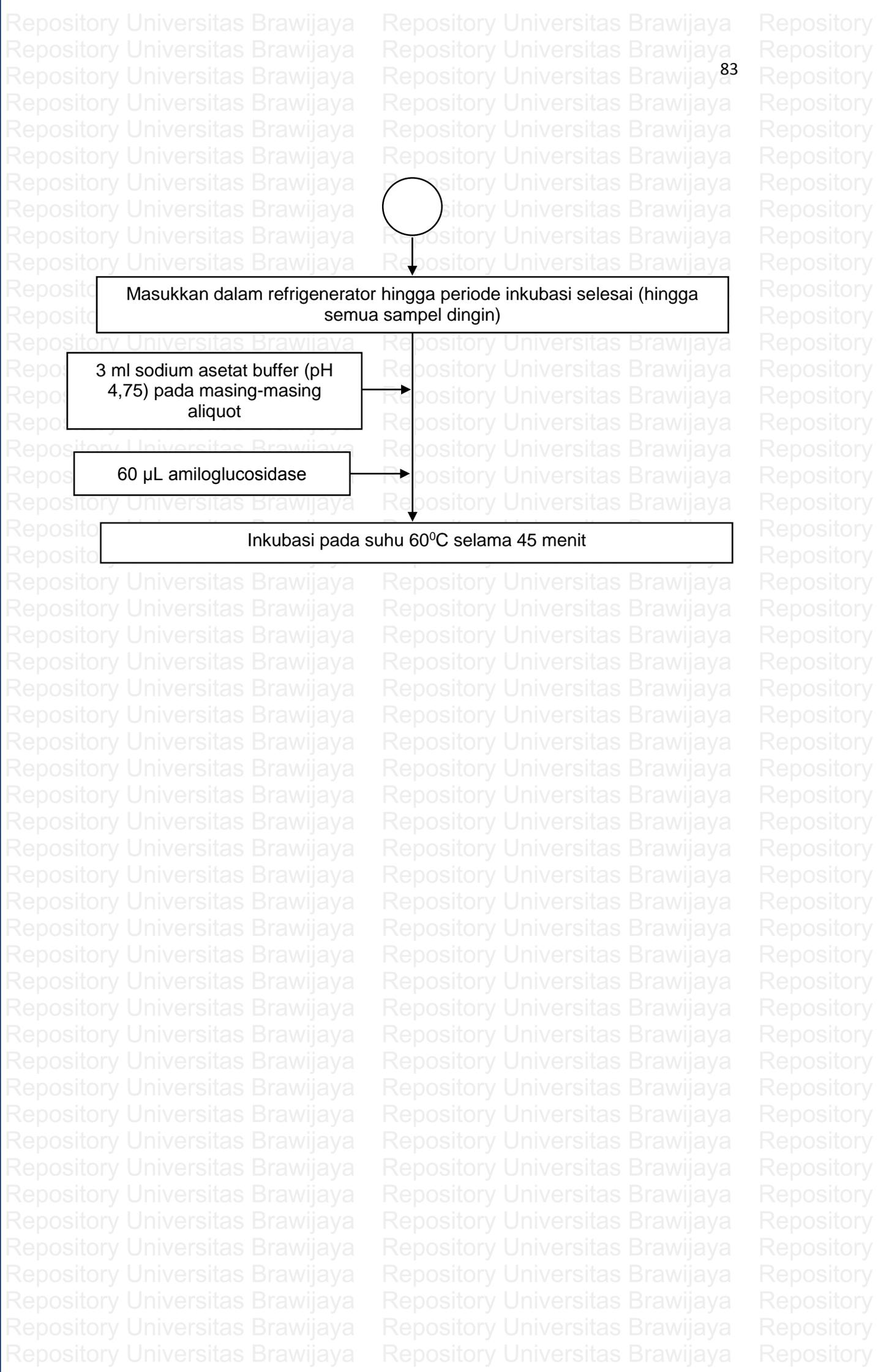


Lampiran 2. Diagram Alir Prosedur Pemasakan Nasi Kecambah Beras Merah Varietas Merah Wangi (Gasol Pertanian Organik., 2017)

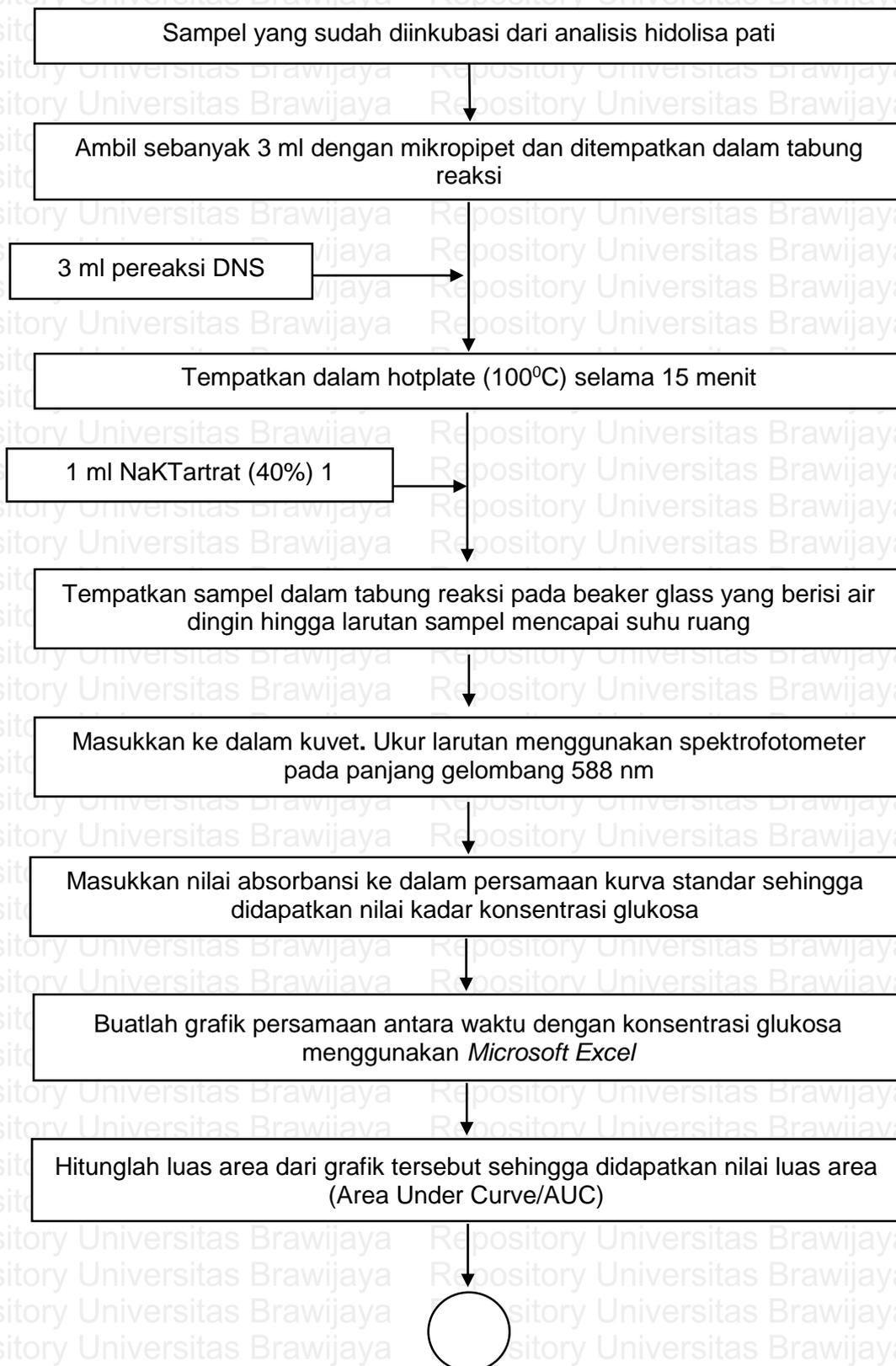


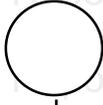
Lampiran 3. Diagram Alir Prosedur Analisis Hidrolisis Pati untuk Estimasi Indeks Glikemik (Goni et al., 1997)





Lampiran 4. Diagram Alir Prosedur Analisis Kadar Glukosa Metode DNS (Miller et al., 1959)



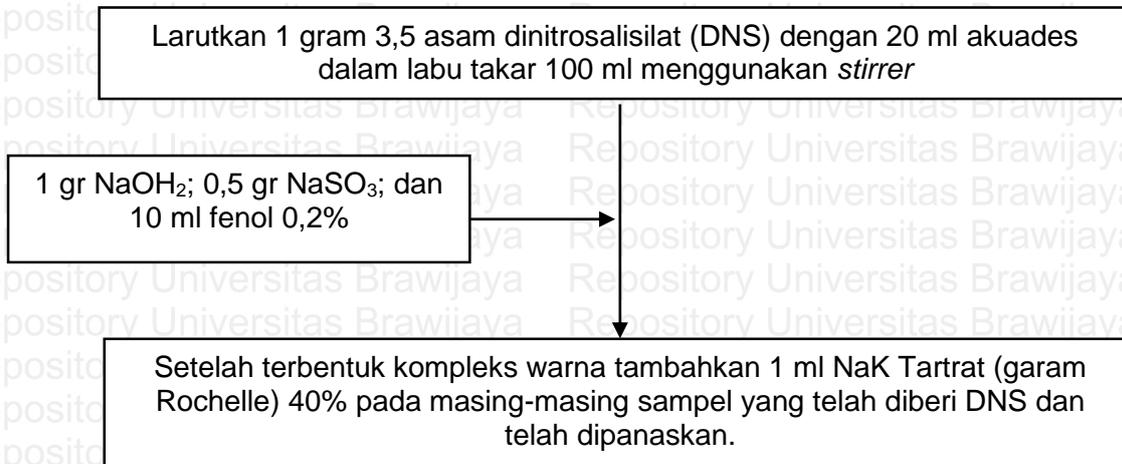


Masukkan nilai AUC ke persamaan berikut:
 $HI = (AUC \text{ test food} / AUC \text{ for reference food}) \times 100$

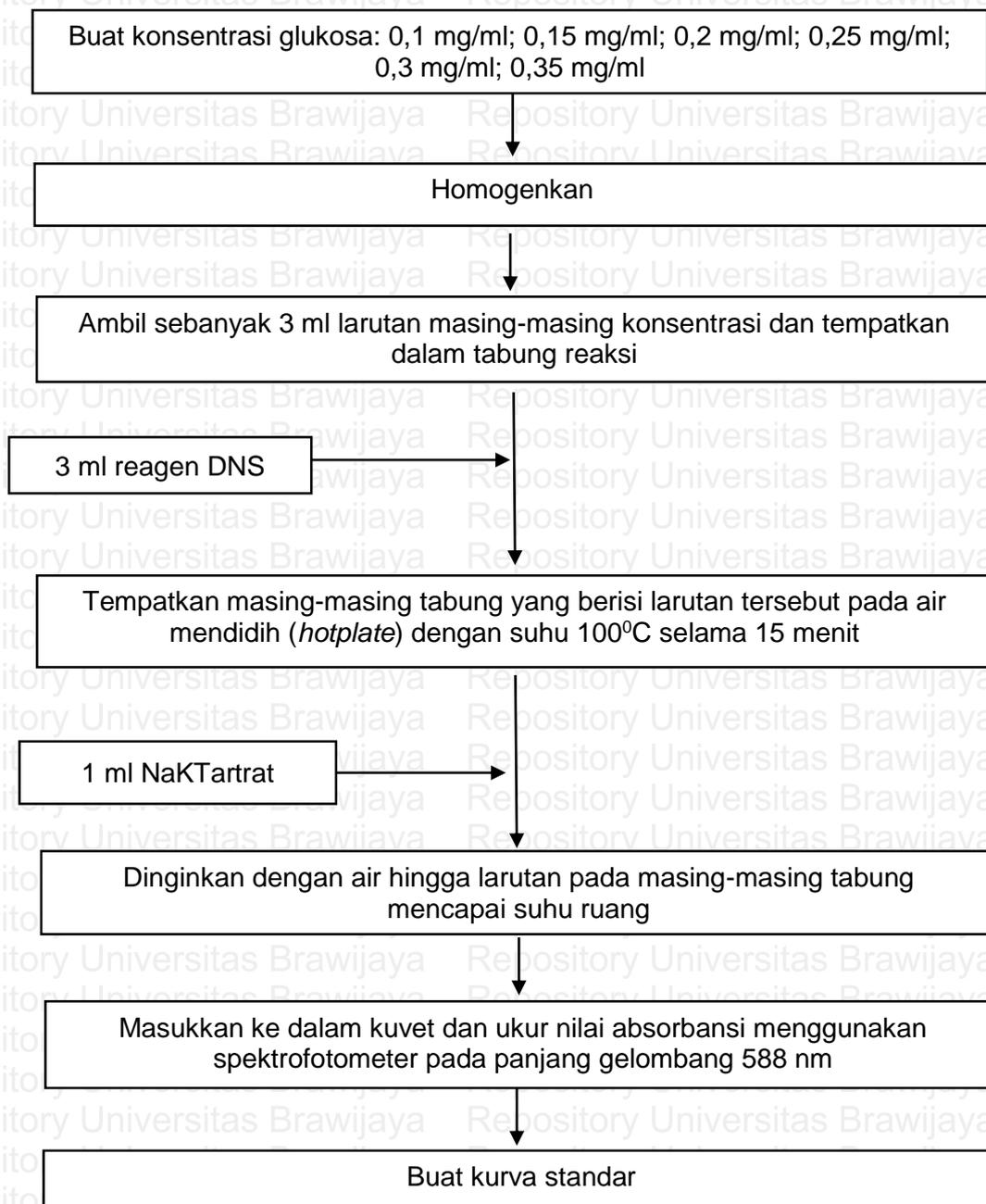


Masukkan nilai HI ke dalam persamaan berikut:
 $eGI = 39,71 + 0,549(HI)$



Lampiran 5. Diagram Alir Prosedur Pembuatan Pereaksi DNS (Miller., 1959)

Lampiran 6. Diagram Alir Prosedur Pembuatan Kurva Standar (Apriyantono dkk., 1989)



Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



Lampiran 8. Hasil Uji Proksimat dan Total Gula Nasi Merah



LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU DAN KEAMANAN PANGAN (TESTING LABORATORY OF FOOD QUALITY AND FOOD SAFETY)

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Jl. Veteran, Malang 65145, Telp. (0341) 573358
E-mail : labujipangan_thpub@yahoo.com

KEPADA : Aprilia Rinaldi
FK - UB
MALANG

LAPORAN HASIL UJI REPORT OF ANALYSIS

Nomor / Number : 0900THP/LAB/2018
Nomor Analisis / Analysis Number : 0900
Tanggal penerbitan / Date of issue : 28 November 2018
Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian
The undersigned ratifies that examination
Dari contoh / of the sample (s) of : NASI MERAH

analisis / For analysis
Keterangan contoh / Description of sample
Diambil dari / Taken from
Oleh / By :
Tanggal penerimaan contoh / Received : 05 November 2018
Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 05 November 2018
Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :

PARAMETER	HASIL
PROTEIN (%)	4,23
LEMAK (%)	0,37
AIR (%)	51,04
ABU (%)	0,79
KARBOHIDRAT (%)	43,57
TOTAL GULA (%)	0,24

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK
CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL
CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN
TANDING BARANG

Ketua,



Dr. Widya Dwi Rukmi P. STP, MP
NIP. 19790504 199903 2 002

Lampiran 9. Hasil Uji Proksimat dan Total Gula Nasi Kecambah Beras Merah



LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU DAN KEAMANAN PANGAN (TESTING LABORATORY OF FOOD QUALITY AND FOOD SAFETY)

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Jl. Veteran, Malang 65145, Telp. (0341) 573358
E-mail : labujipangan_thpub@yahoo.com

KEPADA : Aprilia Rinaldi
KEDOKTERAN - UB
MALANG

LAPORAN HASIL UJI REPORT OF ANALYSIS

Nomor / Number : 0942/THP/LAB/2018
 Nomor Analisis / Analysis Number : 0942
 Tanggal penerbitan / Date of issue : 06 Desember 2018
 Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian
 The undersigned ratifies that examination
 Dari contoh / of the sample (s) of : NASI MERAH KECAMBAH
 analisis / For analysis :
 Keterangan contoh / Description of sample :
 Diambil dari / Taken from :
 Oleh / By :
 Tanggal penerimaan contoh / Received : 15 November 2018
 Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 15 November 2018
 Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :

PARAMETER	HASIL
PROTEIN (%)	3,27
LEMAK (%)	0,47
AIR (%)	58,57
ABU (%)	0,64
KARBOHIDRAT (%)	37,05
TOTAL GULA (%)	0,37

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK
CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL
CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN
TANDING BARANG

Ketua

 Dr. Widya Dwi Rukmi P., STP, MP
 NIP. 19700504 199903 2 002

Lampiran 10. Hasil Uji Total Pati Nasi Merah

LABORATORIUM SENTRAL ILMU HAYATI 	No Bagian : DP/5.10.8.02/LSIH
	Terbitan/Revisi : 5/1
DOKUMEN PENDUKUNG	Tanggal Terbit : 16 Mei 2018
	Halaman : 1 dari 1
	Disetujui : Manajer Teknis
FORM SERTIFIKAT HASIL ANALISA	

SERTIFIKAT HASIL ANALISA (CERTIFICATE OF ANALYSIS)

No: 035/LSIH-UB/3-COA/XI/2018

Nama Pemilik : Aprilia Rinaldi **Tgl. Diterima** : 13 November 2018
(Name) *Date Received*

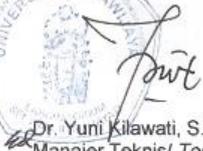
Alamat : Jl. Terusan Cikampek **Tgl. Penerbitan Sertifikat** : 03 Desember 2018
(Address) No. 32 *Date of Certificate Issued*

Telp./ HP. : 0821 5628 0317
(Phone/HP.)

Jenis Uji : Kadar Pati
(Type of Analysis)

Hasil :

Jenis sampel (Sample Name)	No. Rujukan (Reference Number)	Jenis Uji (Analysis)	Hasil Analisa (Analysis Result)		Metode Analisis (Analysis Method)
			Nilai (Value)	Satuan (Unit)	
Nasi Merah	072/S-UJ/LSIH-UB/XI/2018	Kadar Pati	24,7	%	Luff Schoolt
Nasi Hitam	073/S-UJ/LSIH-UB/XI/2018	Kadar Pati	29,27	%	Luff Schoolt


Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si.
Manajer Teknis/ Technical Manager

Dilarang memperbanyak dan/ atau mempublikasikan sebagian isi Sertifikat ini tanpa ijin dari Laboratorium Sentral Ilmu Hayati
It is prohibited to reproduce and/ or publish the partial content of this Certificate without Central Laboratory of Life Science

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK SAMPEL-SAMPEL TERSEBUT DI ATAS.
(THE RESULTS OF THESE TESTS RELATE ONLY TO THE SAMPLE(S) SUBMITTED)

Lampiran 11. Hasil Uji Total Pati Nasi Kecambah Beras Merah

LABORATORIUM SENTRAL ILMU HAYATI  DOKUMEN PENDUKUNG FORM SERTIFIKAT HASIL ANALISA	No Bagian : DP/5.10.8.02/LSIH
	Terbitan/Revisi : 5/1
	Tanggal Terbit : 16 Mei 2018
	Halaman : 1 dari 1
	Disetujui : Manajer Teknis

SERTIFIKAT HASIL ANALISA
(CERTIFICATE OF ANALYSIS)

No: 037/LSIH-UB/3-COA/XI/2018

Nama Pemilik : Aprilia Rinaldi **Tgl. Diterima** : 15 November 2018
(Name) *Date Received*

Alamat : Jl. Terusan Cikampek **Tgl. Penerbitan Sertifikat** : 03 Desember 2018
(Address) No. 32 *Date of Certificate Issued*

Telp./ HP. : 0821 5628 0317
(Phone/HP.)

Jenis Uji : Kadar Pati
(Type of Analysis)

Hasil :

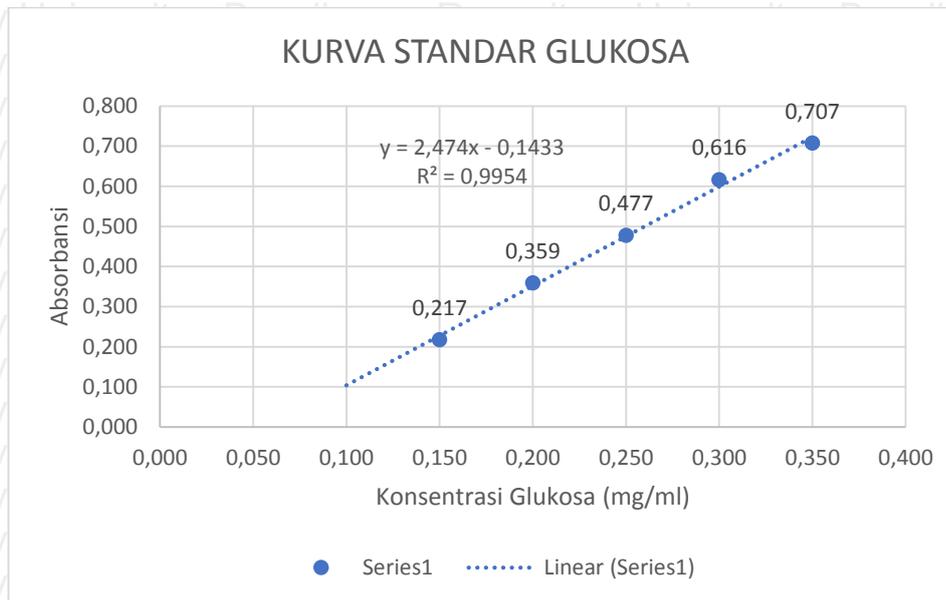
Jenis sampel (Sample Name)	No. Rujukan (Reference Number)	Jenis Uji (Analysis)	Hasil Analisa (Analysis Result)		Metode Analisis (Analysis Method)
			Nilai (Value)	Satuan (Unit)	
Nasi Merah Kecambah	075/S-UJ/LSIH- UB/XI/2018	Kadar Pati	26,50	%	Luff Schoolt
Nasi Hitam Kecambah	076/S-UJ/LSIH- UB/XI/2018	Kadar Pati	27,38	%	Luff Schoolt


 Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si.
 Manajer Teknis/ Technical Manager

Dilarang memperbanyak dan/ atau mempublikasikan sebagian isi Sertifikat ini tanpa ijin dari Laboratorium Sentral Ilmu Hayati
It is prohibited to reproduce and/ or publish the partial content of this Certificate without Central Laboratory of Life Science

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK SAMPEL-SAMPEL TERSEBUT DI ATAS.
(THE RESULTS OF THESE TESTS RELATE ONLY TO THE SAMPLE(S) SUBMITTED)

Lampiran 12. Kurva Standar Glukosa



Persamaan Kurva Standar

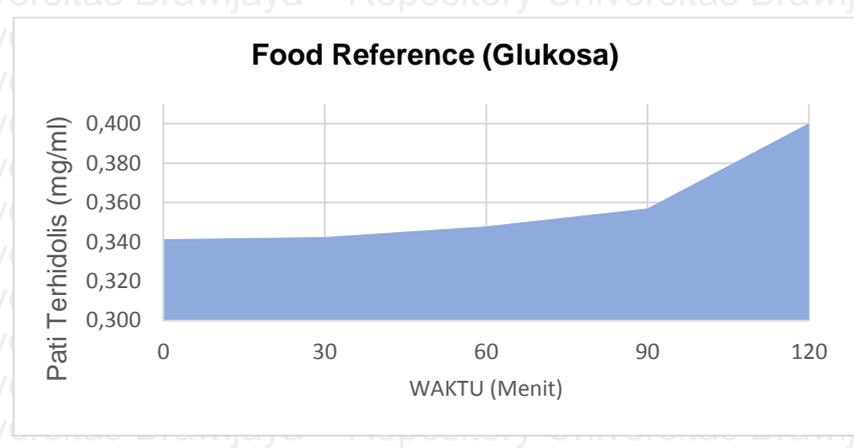
$$y = 2.474x - 0.1433$$

x : glukosa

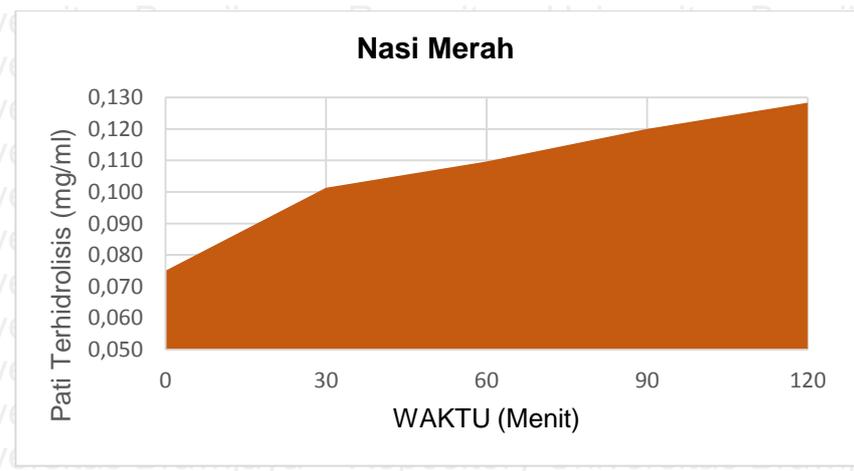
y : absorbansi

Lampiran 13. Kurva Luas Area a. Glukosa, b. Nasi Merah, c. Nasi Kecambah Beras Merah

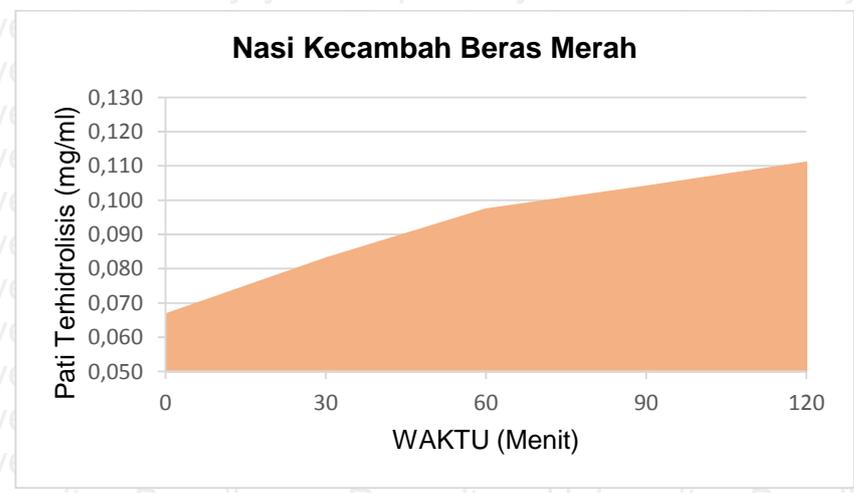
a.



b.



c.



Lampiran 14. Kadar Glukosa, Pati Terhidrolisis, AUC, *Hydrolized Index* (HI) dan Estimasi Indeks Glikemik a. Nasi Merah, b. Nasi Kecambah Beras Merah

a.

Replikasi 2								
Menit	Duplo	Kadar Glukosa	Rata-rata	Kadar Pati (x0.9)	AUC	AUC reference	HI	eIG
0	1	0,080	0,080	0,072	12,975	42,543	30,499	56,45
	2	0,080						
30	1	0,114	0,112	0,101				
	2	0,110						
60	1	0,119	0,120	0,108				
	2	0,121						
90	1	0,133	0,133	0,119				
	2	0,132						
120	1	0,146	0,146	0,131				
	2	0,146						
Replikasi 2								
0	1	0,085	0,085	0,076	12,945	42,543	30,43	56,41
	2	0,086						
30	1	0,112	0,113	0,101				
	2	0,114						
60	1	0,117	0,117	0,105				
	2	0,118						
90	1	0,134	0,135	0,121				
	2	0,135						
120	1	0,143	0,143	0,129				
	2	0,142						
Replikasi 3								
0	1	0,083	0,084	0,075	13,020	42,543	30,60	56,51
	2	0,085						
30	1	0,111	0,112	0,100				
	2	0,114						
60	1	0,125	0,125	0,112				
	2	0,125						
90	1	0,133	0,134	0,119				
	2	0,134						
120	1	0,141	0,099	0,127				
	2	0,058						



b.

Menit	Duplo	Kadar Glukosa	Rata-rata	Kadar Pati (x0.9)	Replikasi 2		HI	eIG
					AUC	AUC reference		
0	1	0,067	0,067	0,060	10,305	42,543	24,22	53,01
	2	0,067						
30	1	0,092	0,093	0,084				
	2	0,094						
60	1	0,094	0,094	0,085				
	2	0,094						
90	1	0,106	0,106	0,095				
	2	0,106						
120	1	0,113	0,112	0,101				
	2	0,110						
Replikasi 2								
0	1	0,079	0,079	0,071	11,910	42,543	28,00	55,08
	2	0,079						
30	1	0,092	0,092	0,083				
	2	0,092						
60	1	0,115	0,116	0,105				
	2	0,118						
90	1	0,127	0,127	0,114				
	2	0,127						
120	1	0,133	0,133	0,119				
	2	0,132						
Replikasi 3								
0	1	0,076	0,077	0,069	11,307	42,543	24,73	54,38
	2	0,078						
30	1	0,092	0,092	0,083				
	2	0,093						
60	1	0,112	0,113	0,102				
	2	0,114						
90	1	0,115	0,115	0,103				
	2	0,114						
120	1	0,125	0,125	0,112				
	2	0,125						



Lampiran 15. Perhitungan Nilai Beban Glikemik (BG) a. Nasi Merah, b. Nasi Kecambah Beras Merah

a.

Nilai Estimasi Indeks Glikemik (eIG) (%)	Nilai Available Carbohydrate / 100 g	Nilai BG* (%)	BG (%) ± SD
1) 56,45 2) 56,41 3) 56,51	27,41	1) 15,47 2) 15,46 3) 15,48	15,47 ± 0,01

Keterangan:

Nilai BG = (Nilai eIG x Available Carbohydrate) / 100

b.

Nilai Estimasi Indeks Glikemik (eIG) (%)	Nilai Available Carbohydrate / 100 g	Nilai BG* (%)	BG (%) ± SD
1) 53,01 2) 55,08 3) 54,38	26,50	1) 15,64 2) 16,25 3) 16,05	15,98 ± 0,31

Keterangan:

Nilai BG = (Nilai eIG x Available Carbohydrate) / 100



Lampiran 16. Analisis Data

Variable View

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	Kelompok	Numeric	8	2	Nasi Merah/ Nasi Keca...	{1,00, Red ...	None	14	Right	Nominal	Input
2	Replikasi	Numeric	8	0	Replikasi Sampel	None	None	8	Right	Nominal	Input
3	Indeks_Glikemik	Numeric	8	2	Indeks Glikemik Sampel	None	None	8	Right	Scale	Input
4	Beban_Glikemik	Numeric	8	2	Beban Glikemik Sampel	None	None	8	Right	Scale	Input
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Tes Normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Indeks_Glikemik	,280	6	,153	,856	6	,176
Beban_Glikemik	,265	6	,200*	,804	6	,063

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Group Statistics

	Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Indeks_Glikemik	Red Rice	3	56,4567	,05033	,02906
	Germinated Red Rice	3	54,1533	1,05836	,61105
Beban_Glikemik	Red Rice	3	15,4700	,01000	,00577
	Germinated Red Rice	3	15,9800	,31097	,17954



Independent T-Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Indeks_Glikemik	Equal variances assumed	6,895	,058	3,765	4	,020	2,30333	,61174	,60488	4,00179
	Equal variances not assumed			3,765	2,009	,063	2,30333	,61174	-,31743	4,92410
Beban_Glikemik	Equal variances assumed	7,383	,053	-2,839	4	,047	-,51000	,17963	-1,00873	-,01127
	Equal variances not assumed			-2,839	2,004	,105	-,51000	,17963	-1,28136	,26136