

**PENGARUH CARA PENAMBAHAN DAN KONSENTRASI SODIUM  
TRIPOLYPHOSPHATE (STPP) TERHADAP TINGKAT HIDROLISIS  
PATI, DAYA SERAP AIR, SIFAT SENSORI DAN RESPON GLIKEMIK**

**NASI INSTAN**

**(Skripsi)**

**RIA AMURWANI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2016**

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT ON ADDITION METHOD AND CONCENTRATION OF SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE (STPP) TO THE STARCH HYDROLYSIS LEVEL, WATER ABSORPTION, SENSORY PROPERTIES AND GLYCEMIC RESPONSE OF INSTANT COOKED RICE**

**By**

**RIA AMURWANI**

Diabetes Mellitus (DM) is related to daily rice consumption that affects blood sugar levels. In order that the rice consumed is safe for people with diabetes, the starch digestibility rate must be lowered. The addition of sodium tripolyphosphate (STPP) solution may affect the lower of compounds that contain phosphate starch. This research was aimed to determine how the addition method and the concentration of STPP which produce instant cooked rice with lower rate digestibility, high water absorption, good sensory properties. The other aims was to compare the glyceemic response of instant cooked rice treated with the addition of STPP and instant cooked rice without the addition of STPP. The study was conducted in two phases. The first phase was the manufacture of instant cooked rice, analyses the starch hydrolysis rate, water absorption, and sensory properties. The second phase was testing the glyceemic response of the instant

cooked rice. The results showed the addition of STPP gave no effect on the starch hydrolysis rate and water absorption of instant cooked rice, but lowering the likeness effect on the sensory properties and glycemic response. The treatment was found on instant cooked rice without addition of STPP. The characteristics the best rice had starch hydrolysis rate of 0.35 %, water absorption of 598%. The percentes of panellists that like the aroma, taste, color, and aand fluffier were 78.67%, 899.00%, 95.67%, 89.00%., and treatments glycemic response STPP rice was 94.37 mg / dL and with the average cooked rice control was 99.27 mg / dL.

Keywords: *glycemic response, instant cooked rice, starch hydrolysis, sodium tripolyphosphate,*

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH CARA PENAMBAHAN DAN KONSENTRASI SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE (STPP) TERHADAP TINGKAT HIDROLISIS PATI, DAYA SERAP AIR, SIFAT SENSORI DAN RESPON GLIKEMIK NASI INSTAN**

**Oleh**

**Ria Amurwani**

Diabetes mellitus (DM) erat kaitannya dengan jumlah konsumsi beras harian yang berpengaruh pada kadar gula darah. Agar nasi yang dikonsumsi aman bagi penderita DM, tingkat hidrolisis patinya harus diturunkan. Penambahan larutan Sodium Tripolyphosphate (STPP) dapat mempengaruhi penurunan pati karena mengandung senyawa fosfat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara penambahan dan konsentrasi STPP yang menghasilkan nasi instan dengan tingkat hidrolisis rendah, daya serap air tinggi, sifat sensori disukai serta membandingkan respon glikemik antara nasi instan yang diberi perlakuan penambahan STPP dan nasi instan tanpa penambahan STPP. Penelitian ini terdiri dari tahap 1 yaitu pembuatan nasi instan, analisis tingkat hidrolisis pati, daya serap air, dan sifat sensori. Tahap 2 membandingkan respon glikemik nasi instan yang diberi perlakuan penambahan STPP dan nasi instan tanpa penambahan STPP. Hasil

penelitian menunjukkan penambahan STPP tidak berpengaruh terhadap tingkat hidrolisis pati dan daya serap air nasi instan, namun berpengaruh terhadap sifat sensori dan respon glikemik. Pemasakan nasi instan tanpa penambahan STPP yang memiliki karakteristik tingkat hidrolisis pati 0,35%, daya serap air 598%. persentase panelis yang menyukai kriteria suka terhadap aroma, warna, rasa, dan keputeraan sebesar 78,67%, 89,00%, 95,67%, dan 89,00%, dan memiliki respon glikemik nasi STPP lebih rendah 94,37 mg/dL dibandingkan dengan rata-rata nasi kontrol sebesar 99,27 mg/dL.

Kata kunci : *hidrolisis pati, nasi instan, respon glikemik, sodium tripolyphosphate*

**PENGARUH CARA PENAMBAHAN DAN KONSENTRASI SODIUM  
TRIPOLYPHOSPHATE (STPP) TERHADAP TINGKAT HIDROLISIS  
PATI, DAYA SERAP AIR, SIFAT SENSORI DAN RESPON GLIKEMIK  
NASI INSTAN**

**Oleh**

**RIA AMURWANI**

**Skripsi**

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

**pada**

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



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

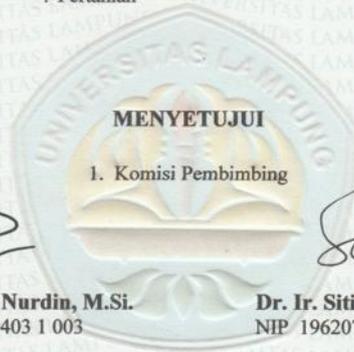
Judul Skripsi : **PENGARUH CARA PENAMBAHAN DAN KONSENTRASI SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE (STPP) TERHADAP TINGKAT HIDROLISIS PATI, DAYA SERAP AIR, SIFAT SENSORI DAN RESPON GLIKEMIK NASI INSTAN**

Nama Mahasiswa : **RIA AMURWANI**

No. Pokok Mahasiswa : 1114051046

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian



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

**Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.**  
NIP 19620720 198603 2 001

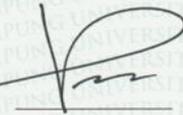
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

**Ir. Susilawati, M.S.**  
NIP 19610806 198702 2 001

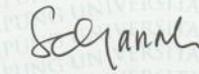
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

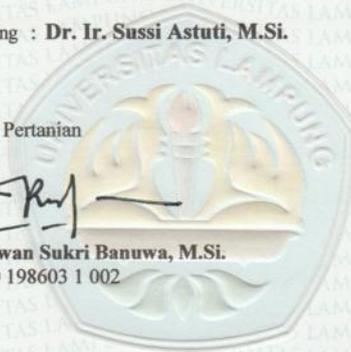
Ketua : Dr. Ir. Samsu U. Nurdin, M.Si.



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



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 April 2016

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Nama Ria Amurwani NPM 1114051046

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

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggung jawabkan.

Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, April 2016  
Yang membuat pernyataan



Ria Amurwani  
NPM. 1114051046

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 3 Januari 1993 . Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara buah hati pasangan Bapak Masmungi dan Ibu Sunarni. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Al-Azhar 2 Bandar Lampung pada tahun 1999, Sekolah Dasar di SDN 1 Al-Azhar Bandar Lampung pada tahun 2005, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 23 Bandar Lampung pada tahun 2008, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Al-Azhar Bandar Lampung pada tahun 2011.

Pada tahun 2011, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Ujian Mandiri (UM). Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Teknologi Pulp dan Kertas pada tahun 2014. Penulis pernah mendapatkan beasiswa PPA pada semester 3 (tiga) dan beasiswa BUMN pada semester 7 (tujuh). Pada tahun 2014 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Merbau, Kecamatan Kelumbayan Barat, Kabupaten Tanggamus. Kemudian pada tahun 2014 juga, penulis melaksanakan Praktik Umum di PT. Sarihusada Generasi Mahardika Kemudo, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah.

KUPERSEMBAHKAN KARYA INI KEPADA  
KELUARGAKU TERCINTA  
IBU (SUNARNI) DAN BAPAK (MASMUNGI)  
DAN  
ADIK (M. HARRY PRABOWO)  
SAHABAT-SAHABATKU DAN  
ALMAMATER TERCINTA

## SANWACANA

Puji dan syukur senantiasa penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Cara Penambahan dan Konsentrasi Sodium Tripolyphosphate (STPP) terhadap Tingkat Hidrolisis Pati, Daya Serap Air, Sifat Sensori dan Respon Glikemik Nasi Instan” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah membantu kelancaran studi penulis.
2. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Ketua Jurusan atas segala bantuan dan bimbingan yang diberikan
3. Dr. Ir. Samsu U. Nurdin, M.Si. selaku pembimbing utama skripsi yang selalu bersedia membimbing selama pengerjaan skripsi ini. Terima kasih atas bimbingan, penyediaan fasilitas dan bahan-bahan keperluan penelitian, kesabaran, saran, pengarahan serta motivasi yang telah diberikan hingga skripsi ini selesai.

4. Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, masukan, saran serta motivasi kepada penulis.
5. Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si. selaku penguji yang telah memberikan saran-saran untuk kemajuan penulisan skripsi.
6. Bapak Dr. Ir. Sutikno, M.Sc., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bantuan untuk kelancaran dalam proses penyusunan skripsi.
7. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis serta seluruh staf administrasi dan laboratorium atas bantuan dan kerjasamanya.
8. Keluarga tercinta Bapak Masmungi, Ibu Sunarni, dan Adik M. Hary Prabowo atas cinta, kasih sayang, dan do'a untuk keberhasilan penulis.
9. Sahabat seperjuangan Janji Gerhana 2011: Ira, Widya, Uul, Ara, Anitsa, ST, Ratri, Sihol, Nabil, Marle, Rian, Oos, Indra, Wahyu, Isnaini dan teman-teman lainnya serta terima kasih atas kerja sama, suka duka dan kebersamaan kita yang berharga selama ini, semoga kita semua kelak menjadi orang-orang yang sukses dunia dan akhirat.
10. Keluarga besar HMJ THP FP Unila, kakak-kakak (2008, 2009, 2010) dan adik-adik THP (2012), teman-teman yang selalu mendukungku, serta semua yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan motivasi.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, April 2016

Penulis

**Ria Amurwani**

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan .....	3
1.3. Kerangka Pemikiran.....	4
1.4. Hipotesis.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Diabetes Mellitus .....	8
2.2. Beras .....	10
2.3. Pati .....	16
2.4. Daya Cerna Pati .....	17
2.5. Indeks Glikemik.....	19
2.6. <i>Sodium Tripolyphosphate</i> (STPP).....	22
III. BAHAN DAN METODE .....	24
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	24
3.2. Bahan dan Alat.....	24
3.3. Metode Penelitian .....	25
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	27
3.4.1. Pembuatan Nasi Instan.....	27
3.5. Pengamatan .....	29
3.5.1. Analisis Tingkat Hidrolisis Pati .....	29
3.5.2. Daya Serap Air.....	34
3.5.3. Uji Sensori .....	34
3.5.4. Penentuan Respon Glikemik.....	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	39
4.1. Tingkat Hidrolisis Pati Nasi Instan .....	39

4.2. Daya Serap Air Nasi Instan.....	41
4.3. Uji Sensori Nasi Instan .....	43
4.3.1. Aroma .....	43
4.3.2. Rasa.....	44
4.3.3. Warna.....	46
4.3.4. Kepulenan .....	47
4.4. Penentuan Perlakuan Terbaik Nasi Instan .....	48
4.5. Respon Glikemik .....	50
	55
5.1. Kesimpulan .....	55
5.2. Saran .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	56
LAMPIRAN.....	64

## DAFTAR TABEL

Tabel .....	Halaman
1. Komposisi kimia beras giling per 100 g .....	11
2. Komposisi kimia beras ketan putih dalam 100 g bahan .....	14
3. Mutu beras : SNI 01-6128-2008 .....	16
4. Indeks glikemik beberapa varietas padi .....	21
5. Kombinasi perlakuan cara penambahan STPP pada pemasakan nasi...	26
6. Klasifikasi nilai IMT .....	37
7. Penentuan perlakuan terbaik berdasarkan sifat kimia dan sensori nasi instan dengan penambahan STPP .....	48
8. Karakteristik responden analisis respon glikemik nasi instan .....	51
9. Kurva standar glukosa dengan metode DNS (1 gram/dL). .....	65
10. Pengukuran absorbansi tingkat hidrolisis pati (metode DNS) dengan penambahan STPP .....	65
11. Jumlah glukosa nasi instan dengan penambahan STPP .....	66
12. Tingkat hidrolisis pati nasi instan dengan penambahan sodium tripolyphosphate dengan metode DNS .....	66
13. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam ( <i>Bartlett test</i> ) tingkat hidrolisis pati nasi instan dengan penambahan STPP .....	67
14. Analisis ragam tingkat hidrolisis pati nasi instan dengan penambahan STPP .....	68
15. Uji perbandingan dan polynomial orthogonal tingkat hidrolisis pati nasi instan cara penambahan STPP nasi dimasak dengan STPP dan nasi dimasak, kemudian direndam dengan STPP selama 3 jam.....	69
16. Daya serap pati nasi instan dengan penambahan STPP .....	70
17. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam ( <i>Bartlett test</i> ) daya serap pati	

nasi instan dengan penambahan STPP.....	71
18. Analisis ragam daya serap pati nasi instan dengan penambahan STPP .....	71
19. Uji perbandingan dan polynomial orthogonal daya serap air nasi instan cara penambahan STPP nasi dimasak dengan STPP dan nasi dimasak, kemudian direndam dengan STPP selama 3 jam.....	72
20. Persentase panelis menyukai aroma nasi instan dengan penambahan STPP .....	73
21. Persentase panelis menyukai rasa nasi instan dengan penambahan STPP.....	73
22. Persentase panelis menyukai warna nasi instan dengan penambahan STPP .....	74
23. Jumlah panelis menyukai keputihan nasi instan dengan penambahan STPP .....	74
24. Uji t atau <i>paired samples t tes</i> .....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Ikatan amilopektin dan amilosa.....	16
2. Struktur Kimia STPP.....	22
3. Proses pembuatan nasi instan dengan penambahan STPP (Modifikasi Rewthong <i>et al.</i> , 2011) .....	28
4. Diagram alir proses pembuatan kurva standar glukosa.....	30
5. Diagram alir proses pembuatan pereaksi DNS.....	31
6. Diagram alir proses pengujian tingkat hidrolisis pati nasi instan .....	33
7. Tingkat hidrolisis pati terhadap cara penambahan dan konsentrasi STPP.....	39
8. Daya serap air terhadap cara penambahan dan konsentrasi STPP .....	41
9. Pengaruh peningkatan konsentrasi STPP terhadap persentase panelis menyukai aroma nasi instan .....	44
10. Pengaruh peningkatan konsentrasi STPP terhadap persentase panelis menyukai rasa nasi instan .....	45
11. Pengaruh peningkatan konsentrasi STPP terhadap persentase panelis menyukai warna nasi instan.....	46
12. Pengaruh peningkatan konsentrasi STPP terhadap persentase panelis menyukai kepulenan nasi instan .....	47
13. Respon glikemik rata-rata 6 responden setelah mengkonsumsi nasi biasa (kontrol) dan nasi dengan perlakuan STPP .....	52
14. Luas area permukaan nasi biasa (kontrol) dan	

nasi STPP .....	53
15. Perhitungan luas area permukaan nasi biasa (kontrol)	
responden 1 .....	75
16. Perhitungan luas area permukaan nasi STPP	
responden 1 .....	77
17. Perhitungan luas area permukaan nasi biasa (kontrol)	
responden 2 .....	74
18. Perhitungan luas area permukaan nasi STPP responden 2 .....	78
19. Perhitungan luas area permukaan nasi biasa (kontrol)	
responden 3 .....	78
20. Perhitungan luas area permukaan nasi STPP responden 3 .....	79
21. Perhitungan luas area permukaan nasi biasa (kontrol)	
responden 4 .....	80
22. Perhitungan luas area permukaan nasi STPP responden 4 .....	81
23. Perhitungan luas area permukaan nasi biasa (kontrol)	
responden 5 .....	81
24. Perhitungan luas area permukaan nasi STPP responden 5 .....	82
25. Perhitungan luas area permukaan nasi biasa (kontrol)	
responden 6 .....	83
26. Perhitungan luas area permukaan nasi STPP responden 6 .....	84
27. Perhitungan uji t dengan metode SPSS respon glikemik	
nasi biasa (kontrol) dan nasi STPP .....	85
28. Pemasakan nasi dalam <i>rice cooker</i> .....	85
29. Pengovenan nasi dengan suhu 60 <sup>0</sup> C, 24 jam .....	86
30. Nasi instan kering .....	86
31. Larutan absorbansi daya cerna pati metode DNS .....	86
32. Uji organoleptik nasi instan .....	87
33. Grafik kurva standar glukosa .....	87

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Diabetes mellitus merupakan masalah kesehatan global termasuk Indonesia yang jumlah penderitanya semakin meningkat dan menjadi salah satu ancaman bagi kesehatan manusia pada abad 21. Menurut Perhimpunan Rumah Sakit Indonesia (2008), Indonesia menempati urutan keempat di dunia dalam jumlah penderita diabetes mellitus setelah India, Cina, Amerika. Menurut WHO (2007) penderita diabetes melitus di Indonesia 70 % mengalami kematian dan akan terus meningkat setiap tahunnya. Diperkirakan pada tahun 2030, prevalensi diabetes mellitus di Indonesia mencapai 21,3 juta orang (Diabetes Care, 2004 dalam Depkes, 2009).

Menurut American Diabetes Association (2005), penyakit diabetes ditandai dengan tingginya kadar gula darah yang disebabkan oleh gangguan pada sekresi insulin atau gangguan kerja insulin atau keduanya. Artinya, penderita penyakit diabetes mellitus tidak dapat memproduksi atau tidak dapat merespon hormon insulin yang dihasilkan oleh organ pankreas secara baik, sehingga kadar gula darah meningkat dan dapat menyebabkan komplikasi jangka pendek maupun jangka panjang. Pada umumnya, gejala yang timbul pada penderita diabetes diantaranya sering buang air kecil dalam jumlah banyak (poliuri), merasa haus

yang berlebihan (polidipsi), merasa sering cepat lemas dan lelah (polifagi), dan berat badan yang terus menurun (Tjokroprawiro, 2001).

Mengingat jumlah penderita diabetes melitus yang terus meningkat maka perlu segera ditangani antara lain melalui pengontrolan asupan makanan yang dikonsumsi, seperti nasi dan lauk-pauk. Konsumsi makanan perlu diperhatikan kadar glukosa secara ketat agar tidak terjadi peningkatan kadar glukosa darah dalam tubuh. Pendekatan diet dengan cara mengatur konsumsi makanan untuk menjaga tingkat asupan glukosa sering menyulitkan penderita sehingga sering mengalami kegagalan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah kegagalan ini adalah dengan memilih makanan berkarbohidrat yang tidak menaikkan kadar gula darah secara drastis agar menjaga kadar gula darah tetap pada taraf normal (Maulana, 2008). Karbohidrat jenis ini merupakan karbohidrat yang sulit dicerna dan memiliki indeks glikemik rendah.

Nasi merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi nasi putih berkaitan dengan peningkatan resiko diabetes (Larasati, 2013). Nasi memiliki indeks glikemik beragam tergantung pada varietasnya (Haralampau, 2000). Beberapa cara dapat dilakukan untuk menurunkan daya cerna pati nasi, diantaranya adalah dengan meningkatkan kandungan pati resisten nasi. Peningkatan kadar pati resisten ini dapat dilakukan dengan mereaksikan amilosa atau amilopektin pada nasi sehingga tidak dikenali oleh enzim amilase pencernaan (Rodriquez *et al.*, 1997). Salah satu zat yang bisa berikatan dengan pati dan aman untuk dikonsumsi adalah sodium triphosphate (STPP).

Sodium tripolyphosphate (STPP) dalam konsentrasi kecil dapat mengikat molekul pati dengan ikatan kovalen yang tidak mudah putus selama proses pemasakan (pemanasan) nasi, serta dapat menahan granula-granula pati sehingga lebih tahan terhadap proses pengolahan (Winarno, 2004). Menurut Whistler *et al.* (1984), STPP akan membentuk ikatan silang dengan gugus hidroksil pada pati yang akan menyebabkan ikatan pati menjadi kuat dan tahan terhadap pemanasan. Penelitian ini mempelajari proses penurunan daya cerna pati dan respon glikemik nasi dengan mereaksikan pati pada nasi dengan senyawa kimia khususnya tripolyphosphate.

## **1.2 Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui cara penambahan STPP yang menghasilkan nasi instan dengan tingkat hidrolisis pati rendah, daya serap air tinggi, dan sifat sensori disukai.
2. Mengetahui konsentrasi STPP yang menghasilkan nasi instan dengan tingkat hidrolisis pati rendah, daya serap air tinggi, dan sifat sensori disukai.
3. Mengetahui interaksi antara cara penambahan dan konsentrasi STPP dalam mempengaruhi tingkat hidrolisis pati rendah, daya serap air tinggi, dan sifat sensori disukai.
4. Membandingkan respon glikemik nasi instan yang diberi perlakuan penambahan STPP dan nasi instan tanpa penambahan STPP.

### 1.3 Kerangka Pemikiran

Beras selama ini dikenal masyarakat sebagai bahan pangan yang memiliki indeks glikemik tinggi atau hiperglikemik (Indrasari *et al.*, 2008). Indeks glikemik yang tinggi dapat memicu kenaikan kadar glukosa darah dalam tubuh dengan cepat dan menyebabkan penyakit diabetes mellitus (Himmah dan Handayani, 2012). Beras memiliki berbagai varietas seperti Sintanur, IR 64, Ciherang. Beras Ciherang mengandung amilosa lebih dari 23 % yang membuat butiran nasinya tidak berlekatan dan agak keras (Akhyar, 2009). Kandungan amilosa ini berpotensi untuk dikendalikan daya cerna patinya (Wijaya *et al.*, 2012) dan dapat digunakan untuk memproduksi pati resisten (Herawati, 2011). Indeks glikemik dan daya cerna beras dapat berubah dengan adanya zat antigizi pangan. Indeks glikemik dan daya cerna karbohidrat beras juga dapat diturunkan melalui proses penghambatan enzim  $\alpha$ -amilase

Secara umum, jenis nasi pulen yang dikonsumsi mengandung pati yang mudah dicerna atau memiliki indeks glikemik tinggi (Post *et al.*, 2012). Amilosa lebih lambat dicerna dibandingkan dengan amilopektin, karena amilosa merupakan polimer dari gula sederhana dengan rantai lurus. Rantai yang lurus ini menyusun ikatan amilosa yang padat sehingga tidak mudah tergelatinisasi. Oleh karena itu, amilosa lebih sulit dicerna dibandingkan dengan amilopektin yang merupakan polimer gula sederhana, bercabang, dan struktur terbuka (Asep dan Bjorck, 1992).

Proses pemanasan pada nasi meningkatkan ketercernaan protein dan pati (Fennema, 1985). Kandungan amilosa memiliki karakteristik yang paling penting untuk memprediksi pemanasan dan pengolahan nasi (Hoseney, 1994).

Kandungan amilosa nasi akan mempengaruhi penyerapan air dan pengembangan volume nasi selama penanakan. Semakin tinggi kandungan amilosanya, nasi semakin kurang lekat dan semakin keras (Juliano, 1994). Granula pati diselubungi oleh lapisan protein sehingga protein menghalangi penyerapan air oleh granula pati. Kadar amilosa mempunyai korelasi positif dengan jumlah penyerapan air dan waktu penanakan (Soenardjo, 1991). Sifat daya serap air dapat naik dan turun dengan meningkatnya kandungan protein nasi (Deliani, 2004).

Pada proses pendinginan, pati dari nasi yang tergelatinisasi akan mengalami proses retrogradasi. Retrogradasi merupakan pati yang mengalami kristalisasi kembali setelah tergelatinisasi. Proses retrogradasi lebih mudah terjadi pada pati yang memiliki kadar amilosa tinggi (Winarno, 2004). Retrogradasi akan mengubah kemampuan pati menjadi fleksibel dan tidak kaku dalam kondisi panas (Bennet, 1964). Retrogradasi pati terjadi maksimal pada suhu 4°C selama 24 jam. Penyimpanan nasi pada suhu 4°C juga menurunkan indeks glikemik pada nasi (Frei dan Becker, 2005).

Terdapat cara lain untuk menurunkan daya cerna pati selain melalui proses retrogradasi yaitu dengan cara merubah struktur kimia pati (Then *et al.*, 2007). Perubahan struktur kimia ini dapat dilakukan dengan cara mereaksikan pati dengan bahan kimia yang berikatan dengan gugus aktif glukosa penyusun pati (Belitz dan Grosch, 1999). Bahan kimia yang sering digunakan untuk memberikan perubahan pada pangan seperti tekstur yang mengenyalkan, pulen,

rasa asin, dan aroma khas pangan salah satunya yaitu sodium trimetaphosphate (STMP) dan sodium tripolyphosphate (STPP) (Woo dan Seib, 2002).

Pada reaksinya polyphosphate akan membentuk ikatan silang dengan gugus aktif hidroksil pati sehingga pati sulit dicerna ( Wootton dan Chaudhry, 1979). STPP merupakan bahan tambahan pangan yang berfungsi meningkatkan daya ikat air, pencegahan pengerasan dan sebagai pengawet makanan. Menurut United States Department of Agriculture (USDA), batas penggunaan alkali fosfat adalah 0,5% pada hasil akhir (Detienne dan Wiecker, 1999). Sementara itu, Departmen Kesehatan RI membatasi 3% per penggunaan STPP sesuai adonan bahan campurannya. Pada penelitian Suryanto (2003) penggunaan STPP 10% pada perendaman daging ikan Madidihang dapat meningkatkan kemampuan mengikat air dan mempertahankan warna produk. Menurut Ilyas (1983) konsentrasi 12,5% STPP yang ditambahkan dalam larutan perendaman ikan dapat mengurangi drip, meningkatkan daya ikat air daging ikan. Pada penelitian ini peningkatan konsentrasi STPP sampai dengan 9,6% diduga akan meningkatkan porsi gugus aktif pati yang bereaksi sehingga meningkatkan kadar pati resisten karena semakin banyak pati yang membentuk ikatan silang maka diduga peningkatan STPP akan mempengaruhi sifat organoleptik pati seperti aroma, rasa dan teksturnya.

## 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah :

1. Terdapat cara penambahan STPP yang menghasilkan nasi instan dengan, tingkat hidrolisis pati rendah, daya serap air tinggi, dan sifat sensori yang disukai
2. Terdapat konsentrasi STPP yang dapat menghasilkan nasi instan dengan, tingkat hidrolisis pati rendah, dan daya serap air tinggi, sifat sensori yang disukai.
3. Terdapat interaksi antara cara penambahan dan konsentrasi STPP dalam mempengaruhi tingkat hidrolisis pati rendah, daya serap air tinggi, dan sifat sensori yang disukai.
4. Respon glikemik nasi instan yang ditambahkan STPP lebih rendah dari nasi instan biasa.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus merupakan suatu penyakit dengan kondisi terganggunya metabolisme di dalam tubuh karena ketidakmampuan tubuh untuk memproduksi atau menyuplai hormon insulin sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan kadar gula darah yang melebihi normal (Desriani, 2003). Penyakit diabetes mellitus yang terbagi menjadi dua tipe, yaitu tipe I dan tipe II. Pada diabetes mellitus tipe I diartikan sebagai tipe diabetes bergantung pada insulin, sedangkan diabetes tipe II diartikan sebagai diabetes yang tidak bergantung pada insulin. Sel pankreas pada diabetes mellitus tipe I mengalami kerusakan, akibatnya sel-sel pankreas hanya bereaksi untuk mensekresikan insulin dalam jumlah sedikit. Kerusakan sel pankreas tersebut disebabkan oleh peradangan pada pankreas, sehingga tidak dapat membentuk insulin secara normal (Seungbum *et al.*, 2007).

Kadar gula darah pada penderita diabetes mellitus tipe I ini akan meningkat jika kandungan glukosa yang diserap tubuh meningkat dan sel  $\beta$ -pankreas akan terangsang untuk menghasilkan insulin. Insulin membawa gula ke dalam sel sehingga dapat menghasilkan energi atau disimpan sebagai cadangan energi (Maulana, 2008). Pengobatan yang sering dilakukan yaitu dengan terapi insulin dengan dosis yang diberikan bersifat individual dengan menggunakan alat insulin. Pemberian insulin tersebut dilakukan dengan cara menyuntikkan secara subkutan

pada lemak abdomen, sekitar pusar, atau paha sebelah luar (Seungbum *et al.*, 2007). Pengobatan ini memberikan efek samping yaitu sakit kepala, pusing, mual, dan anoreksia serta memerlukan biaya yang relatif mahal untuk pembelian alat insulin tersebut (Prameswari dan Widjanarko, 2014).

Pada penderita diabetes mellitus tipe II tidak mengalami kerusakan pada sel-sel pankreas, namun insulin yang disekresikan dalam jumlah sedikit atau menurun. Pengobatan yang dilakukan untuk memerangi diabetes mellitus tipe II tersebut pada umumnya yaitu dengan cara diet khusus, olah raga teratur, obat-obatan anti diabetik. Selain itu perlu dilakukan dari cara pola makan atau dalam memilih makanan yang tepat. Memilih pangan (karbohidrat) yang tidak menaikkan kadar gula darah secara drastis merupakan salah satu upaya untuk menjaga kadar gula darah pada taraf normal (Maulana, 2008).

Menurut struktur kimianya karbohidrat digolongkan menjadi dua yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat sederhana biasanya dipecah dengan cepat selama proses pencernaan sehingga makanan sumber karbohidrat sederhana seperti gula pasir dan sirup dicerna dan diserap lebih cepat memiliki indeks glikemik (IG) tinggi. Karbohidrat kompleks biasanya dipecah lebih lambat sehingga makanan seperti beras dan kentang dapat dicerna dan diserap dengan lambat memiliki indeks glikemik (IG) relatif rendah (Rimbawan, 2004).

## 2.2 Beras

Beras adalah bulir padi (*Oryza sativa*) yang sudah siap dipisahkan dari sekam melalui tahap pengupasan dan penyosohan. Beras merupakan jenis makanan yang menjadi sumber utama gizi dan energi bagi penduduk Indonesia, sehingga memiliki peran penting dalam perekonomian nasional. Beras dengan kadar air yang tinggi (<18 %) mempunyai sifat mudah rusak apabila penanganan pasca panen yang kurang tepat. Dengan penanganan pasca panen dimulai dari perontokan, pengeringan, pembersihan, penggilingan, pengemasan, pengangkutan, penyimpanan beras yang baik diharapkan kualitas beras menjadi nasi yang dihasilkan menjadi baik dan tetap terjaga (Prasetyo, 2003).

Komposisi kimia beras sangat bervariasi sesuai dengan faktor genetika variasi padi, pengaruh lingkungan, dan pengolahan pasca panen. Selain sebagai sumber karbohidrat, beras merupakan sumber protein penting bagi menu masyarakat Indonesia. Hal ini karena beras mempunyai mutu protein lebih baik diantara jenis sereal lainya meskipun kadar protein beras relatif rendah. Hal ini terutama kandungan lisinnya yang relatif lebih tinggi yaitu sekitar 140 g (Yahya, 2012). Komposisi kimia beras giling per 100 g dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia beras giling per 100 g

Keterangan	Nilai
Energi Karbohidrat 79 g	1,527 kJ (365 kcal)
-Karbohidrat	79 g
-Serat pangan	0,12 g
Lemak	0,66 g
Protein	7,13 g
Air	11,62 g
Thiamin (Vit. B1)	0,070 mg (5%)
Riboflavin (Vit. B2)	0,049 mg (3%)
Niasin (Vit. B3)	1,6 mg (11%)
Asam Pantothenat (B5)	1,014 mg (20%)
Vitamin B6	0,164 mg (13%)
Folat (Vit. B9)	8 µg (2%)
Kalsium	28 mg (3%)
Besi	0,80 mg (6%)
Magnesium	25 mg (7%)
Mangan	1,088 mg (54%)
Forfor	115 mg (16%)
Potassium	115 mg (2%)
Seng	1,09 mg (11%)

Sumber: Depkes (1995)

Komposisi kimia terbesar yang terkandung dalam beras adalah karbohidrat, yaitu sebesar 79%. Setiap 100 g beras dapat menghasilkan energi sebesar 365 kilo kalori. Proses penanakan beras menjadi nasi bermacam-macam, baik secara tradisional maupun *modern*. Menurut Subana *et al.* (2005) memasak beras menjadi nasi dilakukan dengan dua tahapan secara tradisional yaitu tahapan pengaronan (perebusan) dan tahapan pengukusan dengan menggunakan panci pengukus (dandang). Pada tahapan pengaronan beras dimasak (direbus) dengan sejumlah air tertentu beberapa saat, kemudian pemasakan dilanjutkan dengan tahapan pengukusan sampai dengan selesai atau matang. Sedangkan dengan metode modern hanya dilakukan satu tahapan yaitu beras dan air dengan perbandingan tertentu dimasak dalam alat pemasak nasi baik *rice cooker* maupun *magic com*.

Menurut Hu *et al.* (2012) nasi yang dikonsumsi dalam menu sehari-hari sebagai sumber karbohidrat utama dalam tubuh merupakan salah satu penyebab resiko penyakit diabetes mellitus tipe II.

### **2.2.1 Jenis-jenis Beras**

Beras memiliki warna yang berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan gen yang mengatur warna aleuron, warna endospermia, dan komposisi pati pada endospermia. Menurut Winarno (1987) perbedaan warna dan kandungan beras terkandung pada setiap jenis-jenis beras. Berikut ini adalah jenis-jenis beras

#### **a. Beras Pandan Wangi**

Beras pandan wangi mempunyai aroma khas serta berbau wangi. Aroma wangi yang khas muncul karena beras melepaskan senyawa aromatik yang memberikan efek wangi. Warna beras yaitu putih bening karena hanya memiliki sedikit aleuron, dan kandungan amilosanya sekitar 20% (Astawan, 2000).

#### **b. Beras Merah**

Beras merah mengandung gen yang memproduksi antosianin. Antosianin yang dihasilkan merupakan sumber warna merah yang terdapat pada kondisi fisik beras. Senyawa yang terdapat pada lapisan warna merah beras bermanfaat sebagai antioksidan, antikanker, anti glikemik tinggi. Beras merah mempunyai rasa sedikit seperti kacang dan lebih kenyal daripada beras putih. Beras merah dikonsumsi tanpa melalui proses penyosohan, tetapi hanya digiling menjadi beras

pecah kulit, kulit arinya masih melekat pada endosperm. Kulit ari beras merah ini kaya akan minyak alami, lemak esensial dan serat (Santika *et al.*,2010).

#### c. Beras Hitam

Selain sebagai bahan pangan, beras hitam berfungsi sebagai obat. Beras hitam memiliki kadar vitamin, mikroelemen dan asam amino lebih tinggi daripada beras biasa. Kandungan antioksidan berfungsi sebagai anti kanker dan anti aging. Warna beras kian gelap karena pigmen anti penuaan di lapisan luar beras kian menonjol. Pigmen pada beras hitam memiliki materi aktif flavonoid yang kadarnya lima kali lipat daripada beras putih dan berperan sangat besar bagi pencegahan pengerasan pembuluh nadi. Beras hitam mengandung relatif banyak serat makanan, indeks glikemik beras hitam 55 sedangkan beras putih 87 (Suryono, 2008).

#### d. Beras Ketan Putih

Ketan putih sebagian besar terdiri dari zat pati sekitar 80-85% yang terdapat dalam endospermae. Tersusun oleh granula-granula pati yang berukuran 3-10 milimikron. Beras ketan mengandung vitamin pada bagian aleuron, mineral dan air. Komposisi kimiawi beras ketan putih dalam 100 g bahan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi kimia beras ketan putih dalam 100 g bahan

Komponen	Jumlah
Kalori (Kal)	362
Protein (gr)	6,7
Lemak (gr)	0,7
Karbohidrat (gr)	79,4
Kalsium (mg)	12
Besi (mg)	0,8
Vitamin B1(mg)	0,16
Air (gr)	12

Sumber : Direktorat Gizi (1981)

Kandungan karbohidrat beras ketan putih sangat tinggi dibandingkan protein, lemak dan vitamin. Karbohidrat mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur. Zat makanan utama yang terkandung dalam beras ketan putih adalah pati. Pati merupakan homopolimer glukosa dan ikatan glikosida (Winarno, 2004).

### 2.2.2 Standar Mutu Beras

Tinggi rendahnya mutu beras bergantung pada beberapa faktor, yaitu spesies dan varietas, kondisi lingkungan, waktu dan cara pemanenan, metode pengeringan serta cara penyimpanan (Astawan, 2004). Untuk mengetahui mutu beras yang baik dapat dilihat di SNI 01-6128:2008 tentang beras. Isinya antara lain memuat persyaratan mutu dan keamanan pangan. Standar mutu beras terdiri atas persyaratan umum dan persyaratan khusus. Adapun persyaratan umum mengenai mutu beras yaitu :

a. Bebas hama dan penyakit

Beras yang sudah lama disimpan biasanya mulai berketu. Beras yang telah berketu menunjukkan beras tersebut tidak mengandung zat kimia, tetapi bukan

merupakan beras terbaik karena beras tersebut kemungkinan tertular dari beras lain yang telah berketu. Kondisi tersebut dikarenakan pengaruh dari kondisi lingkungan, cara pemanenan dan cara penyimpanan yang kurang baik.

b. Bebas bau apek, asam atau bau asing lainnya

Beras yang sudah lama disimpan (lebih dari satu bulan) biasanya sudah berbau apek terutama beras yang belum benar-benar kering kemudian dilakukan proses penggilingan, akan menimbulkan bau apek/tengik.

c. Bebas dari campuran dedak dan bekatul

d. Bebas dari bahan kimia yang membahayakan dan merugikan konsumen

Persyaratan standar mutu beras : SNI 01-6128-2008 mempunyai syarat khusus yang dapat digolongkan dalam lima golongan kelas yaitu I, II, III, IV dan V.

Selain dalam syarat khusus dari mutu beras ada beberapa komponen mutu yang harus dipenuhi dalam penentuan mutu beras diantaranya, derajat sosoh, kadar air, butir kepala, butir patah, butir menir, butir merah, butir kuning, butir mengapur, benda asing dan butir gabah yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Mutu beras : SNI 01-6128-2008

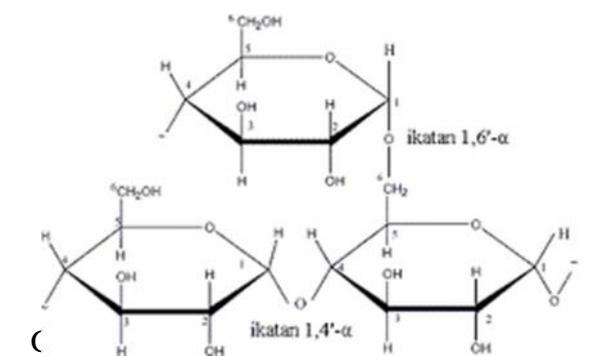
No	Komponen Mutu	Satuan Mutu	Mutu I	Mutu II	Mutu III	Mutu IV	Mutu V
1	Derajat sosoh (min)	%	100	100	95	95	85
2	Kadar air (maks)	%	14	14	14	14	15
3	Butir kepala (min)	%	95	89	78	73	60
4	Butir patah (maks)	%	5	10	20	25	35
5	Butir menir (maks)	%	0	1	2	2	5
6	Butir merah (maks)	%	0	1	2	3	3
7	Butir kuning/rusak (maks)	%	0	1	2	3	5
8	Butir mengapur (maks)	%	1	1	2	3	5
9	Benda asing (maks)	%	0	0,02	0,02	0,05	0,02
10	Butir gabah (maks)	(butir/100g)	0	1	1	2	3

Sumber : SNI Beras 01-6128-2008

### 2.3 Pati

Pati merupakan komponen karbohidrat utama yang terkandung dalam beras/nasi.

Komponen penyusun pati tersusun atas dua fraksi yaitu fraksi terlarut yang disebut amilosa (pati dengan struktur tidak bercabang) dan fraksi tidak terlarut yang disebut amilopektin (pati dengan struktur bercabang dan cenderung bersifat lengket). Pati juga merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glukosidik (Winarno, 2004). Berikut merupakan struktur amilosa dan amilopektin:



Gambar 1. Struktur Amilosa dan Amilopektin

Sumber : Wijaya *et al.* (2012)

Gambar 1 menunjukkan struktur amilosa terdiri dari satuan glukosa yang bergabung menjadi ikatan  $\alpha$ -(1,4) D-glukosa sedangkan amilopektin mempunyai rantai cabang, terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan  $\alpha$ -(1,4) D-glukosa dan ikatan  $\alpha$ -(1,6) D-glukosa. Semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, semakin lekat nasi tersebut. Selain itu perbandingan komposisi kedua golongan pati ini sangat menentukan warna (transparan atau tidak) dan tekstur nasi (lengket, lunak, keras, atau pera). Ketika dipanaskan dalam air, amilopektin akan membentuk lapisan yang transparan, yaitu larutan dengan viskositas tinggi dan berbentuk lapisan-lapisan seperti untaian tali. Pada amilopektin cenderung tidak terjadi retrogradasi dan tidak membentuk gel, kecuali pada konsentrasi tinggi (Belitz dan Grosch 1999).

#### **2.4 Daya Cerna Pati**

Pati umumnya tersusun dari glukosa yang berikatan satu sama lain berbentuk granula. Granula pati ini tidak larut dalam air dan relatif sulit dihidrolisis oleh enzim  $\alpha$ -amilase sehingga daya cernanya rendah (Leszczynski, 2004). Pati pada bahan makanan umumnya dimasak terlebih dahulu sebelum dikonsumsi.

Pemasakan menyebabkan granula pati tergelatinisasi dan lebih mudah untuk dihidrolisis oleh enzim  $\alpha$ -amilase sehingga berdaya cerna tinggi (Keim *et al.*, 2006).

Berdasarkan daya cerna patinya digolongkan menjadi 3 yaitu, pati yang cepat terhidrolisis (*Rapid Digestible Starch* (RDS)), pati yang terhidrolisis dengan lambat (*Slowly Digestible Starch* (SDS)), dan pati resisten (*Resistance Starch* (RS)) (Sajilata *et al.*, 2006). Pati cepat terhidrolisis (RDS) yaitu pati yang dapat

terhidrolisis pada waktu 10-20 menit. Contoh RDS yaitu beras dan kentang yang telah dimasak serta beberapa sereal instan siap saji. Pati terhidrolisis dengan lambat (SDS) yaitu pati yang memiliki daya cerna lambat pada waktu 20-110 menit. Contoh SDS adalah pati sereal dan produk pasta. Pati resisten adalah pati yang tidak tercerna dalam usus halus tapi terfermentasi pada usus besar oleh mikroflora (Sajilata *et al.*, 2006). Menurut Sievert dan Pomeranz (1989) pati resisten tidak dapat dicerna di dalam usus halus, tetapi berpotensi digunakan dalam mendorong pertumbuhan bakteri probiotik yang terfermentasi dalam usus besar yang dapat membantu meningkatkan kesehatan. Pati resisten dikenal dengan pati resisten tipe satu (RS1) adalah bahan berpati yang secara fisik sulit dicerna (pati yang terkunci oleh dinding sel, ukuran partikel yang besar seperti hasil penggilingan yang tidak sempurna). (RS2) yaitu pati mentah yang tidak bisa ditembus oleh enzim, RS3 terbentuk karena proses pengolahan dan RS4 pati termodifikasi baik secara fisik atau kimiawi (Sajilata *et al.*, 2006).

Daya cerna pati merupakan kemampuan pati untuk dihidrolisis oleh enzim - amilase dan glukamylase menjadi glukosa dan dapat diserap oleh tubuh. Pati yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim amilolitik dinamakan pati resisten (Haralampu, 2000). Menurut Asp (1992) pati resisten yaitu sebagai jumlah pati yang tidak mampu diserap oleh usus halus individu yang sehat. Kemampuan pati untuk dapat terhidrolisis dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik yang juga erat hubungannya dengan tingkat laju pencernaan pati tersebut (Tharanthan dan Mahadevann, 2003). Kadar pati resisten beras berkisar antara 0,08-0,2%, sedangkan daya cerna pati beras yang dilakukan secara *in vitro*, memiliki nilai kisaran antara 62-81% (Argasmita, 2008).

## 2.4 Indeks Glikemik

Indeks glikemik (IG) adalah angka yang menunjukkan potensi peningkatan glukosa darah dari karbohidrat yang tersedia pada suatu pangan atau secara sederhana dapat dikatakan sebagai tingkatan atau rangking pangan glukosa darah terhadap jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi. Pada umumnya, program diet bagi penderita diabetes mellitus berdasarkan porsi konsumsi makanan bersumber karbohidrat berpengaruh terhadap kadar gula darah. Menurut Jarvis (1999) pada penderita diabetes penggantian karbohidrat yang memiliki IG tinggi dengan pangan yang memiliki IG rendah akan memperbaiki pengendalian gula darah. Karbohidrat dalam pangan yang dapat dipecah dengan cepat selama pencernaan memiliki indeks glikemik tinggi ( $>70$ ). Sedangkan, karbohidrat yang dipecah dengan lambat memiliki indeks glikemik rendah ( $<55$ ). Menurut Miller *et al.* (1992), Rimbawan (2004), dan Indrasari (2008), indeks glikemik dibagi menjadi tiga kategori, yaitu :

- IG rendah dengan nilai  $IG < 55$ , contoh makanannya adalah yougurt rendah lemak, kacang tanah, jeruk besar, susu kedelai, apel, pear, macaroni, ubi jalar, dan lain sebagainya.
- IG sedang dengan nilai  $IG 55-70$ , contoh makanannya adalah beras merah, nasi putih, es krim, kismis, gula, roti putih, dan lain-lain.
- IG tinggi dengan nilai  $IG > 70$ , contoh makanannya adalah wortel, semangka, madu, nasi instan, dan lain-lain.

Indeks glikemik suatu makanan ditetapkan secara relatif terhadap makanan standar (glukosa) atau pemberian pangan uji/acuan. Setelah 2 jam, area bawah

kurva respon glukosa setelah konsumsi 50 g karbohidrat dari makanan yang diuji dibandingkan dengan area di bawah kurva respon glukosa setelah konsumsi 50 g karbohidrat dari makanan acuan menggunakan roti tawar. Kedua tingkat yang diberikan sebagai perbedaan dari tingkat glukosa darah puasa. Uji ini telah digunakan pada orang sehat dan penderita diabetes (Rosett, 2004).

Hasil penelitian Indrasari (2008) menunjukkan bahwa beberapa varietas unggul beras yang dilepas Badan Litbang Pertanian mempunyai IG rendah hingga tinggi. IG beberapa dari varietas padi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Indeks glikemik beberapa varietas padi

No	Varietas	Indeks Glikemik	Kadar Amilosa	Tekstur Nasi	Keterangan
Indeks glikemik rendah					
1	IR36	45	25	Pera	Padi sawah
2	Cisokan	34	26	Pera	Padi sawah
3	Ciherang	54,9	23	Pulen	Padi sawah
4	Ciujung	48	25	Pera	Padi sawah
5	Batang Lembang	54	27	Pera	Padi sawah
6	Logawa	49	26	Pera	Padi sawah
7	Inpari 1	50,4	22	Pulen	Padi sawah
8	Inpari 12	53	26,3	Pera	Padi sawah
9	Inpari 13	45	22,4	Pulen	Padi sawah
10	Situ Patenggang	53,7	23,93	Sedang	Padi gogo
11	Martapura	50	28	Pera	Padi rawa
12	Margasari	39	27	Pera	Padi rawa
Indeks glikemik sedang					
1	Cisadane	68	20	Pulen	Padi sawah
2	IR42	58	27	Pera	Padi sawah
3	IR64	70	23	Pulen	Padi sawah
4	Conde	59	23	Pulen	Padi sawah
5	Cigeulis	64	0,2	Pulen	Padi sawah
6	Cibogo	58	24	Pulen	Padi sawah
7	Aek Sibundong	56	22	Pulen	Padi sawah
8	Inpari 6 Jate	66,2	18	Pulen	Padi sawah
9	Hipa 5 Ceva	57,3	23,5	Pulen	Padi hibrida
10	Hipa 6 Jete	57	21,7	Pulen	Padi hibrida
11	Inpara 3	59,2	28,6	Pera	Padi rawa
12	Inpara 5	59	25,2	Sedang	Padi rawa
Indeks glikemik tinggi					
1	Ciliwung	86	22	Pulen	Padi sawah
2	Widas	71	23	Pulen	Padi sawah
3	Sintanur	91	18	Pulen	Padi sawah
4	Batang Paiaman	71	28	Pera	Padi sawah
5	Sarinah	90	22,3	Pulen	Padi sawah
6	Mekongga	88	23	Pulen	Padi sawah
7	Gilirang	97	18,9	Pulen	Padi PTB



STPP dapat bereaksi dengan pati. Ikatan antara pati dengan fosfat diester atau ikatan silang gugus hidroksil (OH), akan menyebabkan ikatan pati menjadi kuat, tahan terhadap pemanasan dan asam sehingga dapat menurunkan derajat pembengkakan granula serta meningkatkan stabilitas adonan. Menurut Food and Drug Administration (1995) penggunaan alkali fosfat adalah 0,5 % pada produk. Penggunaan yang melebihi dosis 0,5 % akan menurunkan penampilan produk yaitu terlalu kenyal.

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

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

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, bulan Juni sampai Oktober 2015.

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

Bahan utama yang digunakan yaitu beras varietas Ciherang yang dibeli di pasar lokal. STPP merk Yunphos sedangkan bahan yang dibutuhkan untuk analisis yaitu enzim  $\alpha$ -amilase merk novozyme. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis yaitu Dinitro salisilat (DNS) (Sigma-Aldrich), Na- metabisulfit (Germany), NaOH (J. T. Baker), K.N. Tartrat Tetrahidrat (E. Merk, 64271 Darmsdt, Germany), fenol, Na-Metapospatbasic (J. T. Baker), Na-Pospatdibasic(J. T. Baker), HCl 37%, asam sulfat, aquades.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *rice cooker* (Maspion) untuk menanak nasi instan, loyang untuk wadah dalam proses pengeringan nasi,blender merk Miyako untuk menghaluskan nasi instan, ayakan 60 mesh untuk sortasi bubuk nasi instan, neraca analitik, oven (Memmert), kertas saring teknis, dan kain saring. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis antara lain mikropipet

(Eppendorf), labu ukur, erlenmeyer (Pyrex), cawan porselin, desikator, *beaker glass*(Pyrex), tabung reaksi (Pyrex), tabung reagen, gelas ukur (Pyrex), pipet tetes, kuvet sentrifuse, vorteks, *waterbath*, *rotary evaporator*, sentrifuse (Thermo electron corporation), *blood glucose test* merk Gluco Dr, *spectrophotometer* (HACH-Beneyes 20) dan mangkuk.

### **3.3 Metode Penelitian**

#### **3.3.1 Penelitian Tahap 1**

Penelitian Tahap 1 dilakukan untuk mengetahui cara penambahan dan konsentrasi STPP yang tepat dengan teknik pemasakan nasi. Prosedur pembuatan nasi instan dengan penambahan STPP mengikuti metode yang dimodifikasi dari Rewthong *et al.* (2011). Nasi instan yang dihasilkan dianalisis tingkat hidrolisis pati, daya serap air, dan sifat sensori.

#### **3.3.2 Penelitian Tahap 2**

Uji respon glikemik nasi instan pada responden dengan range waktu 0, 30, 60, 90, 120 menit. Uji respon glikemik menggunakan metode yang dimodifikasi dari El (1999), selanjutnya dianalisis menggunakan uji lanjut t (*paired samples tes*).

#### **3.3.3 Analisis Statistik**

##### **3.3.3.1 Analisis data tahap 1**

Penelitian tahap 1 disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dengan dua perlakuan dan tiga kali ulangan. Faktor pertama

adalah cara penambahan STPP (N) terdiri dari 2 taraf yaitu pemasakan nasi dengan larutan STPP (N1) dan pemasakan nasi, kemudian perendaman dengan larutan STPP selama 3 jam (N2). Faktor kedua adalah konsentrasi STPP (S) terdiri dari lima taraf yaitu (S1) 0%, (S2) 2,4%, (S3) 4,8%, (S4) 7,2 %, dan (S5) 9,6%.

Tabel 5. Kombinasi perlakuan cara penambahan STPP pada pemasakan nasi

F1	F2	Kombinasi Perlakuan	
N1	S1	N1S1	N2S1
N2	S2	N1S2	N2S2
	S3	N1S3	N2S3
	S4	N1S4	N2S4
	S5	N1S5	N2S5

Keterangan :

N1 = Nasi dimasak dengan STPP

N2 = Nasi dimasak kemudian direndam dengan STPP selama 3 jam

S1 = Konsentrasi STPP 0%

S2 = Konsentrasi STPP 2,4%

S3 = Konsentrasi STPP 4,8%

S4 = Konsentrasi STPP 7,2%

S5 = Konsentrasi STPP 9,6%

Data tingkat hidrolisis pati dan daya serap air nasi instan dianalisis dengan analisis sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antar perlakuan. Kehomogenan data diuji dengan uji Bartlet dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data dianalisis lebih lanjut menggunakan perbandingan polinomial ortogonal pada taraf 1% dan 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Evaluasi data uji sensori dilakukan dengan menghitung jumlah panelis yang menyukai (skor 4) dan sangat menyukai (skor 5) nasi instan, kemudian dipersentasekan terhadap jumlah seluruh panelis.

### 3.3.3.2 Analisis data tahap 2

Penelitian tahap 2 terdiri dari dua faktor yaitu waktu dan jenis nasi. Faktor pertama terdiri dari lima perlakuan yaitu 0, 30, 60, 90, 120 menit. Faktor kedua terdiri dari dua perlakuan yaitu nasi biasa (kontrol) dan nasi yang diberi STPP konsentrasi 4,8%. Respon glikemik dihitung menggunakan grafik rata-rata hasil glukosa darah. Selanjutnya untuk melihat bagaimana pengaruh variabel bebasnya secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya dilakukan uji t (*paired samples t tes*).

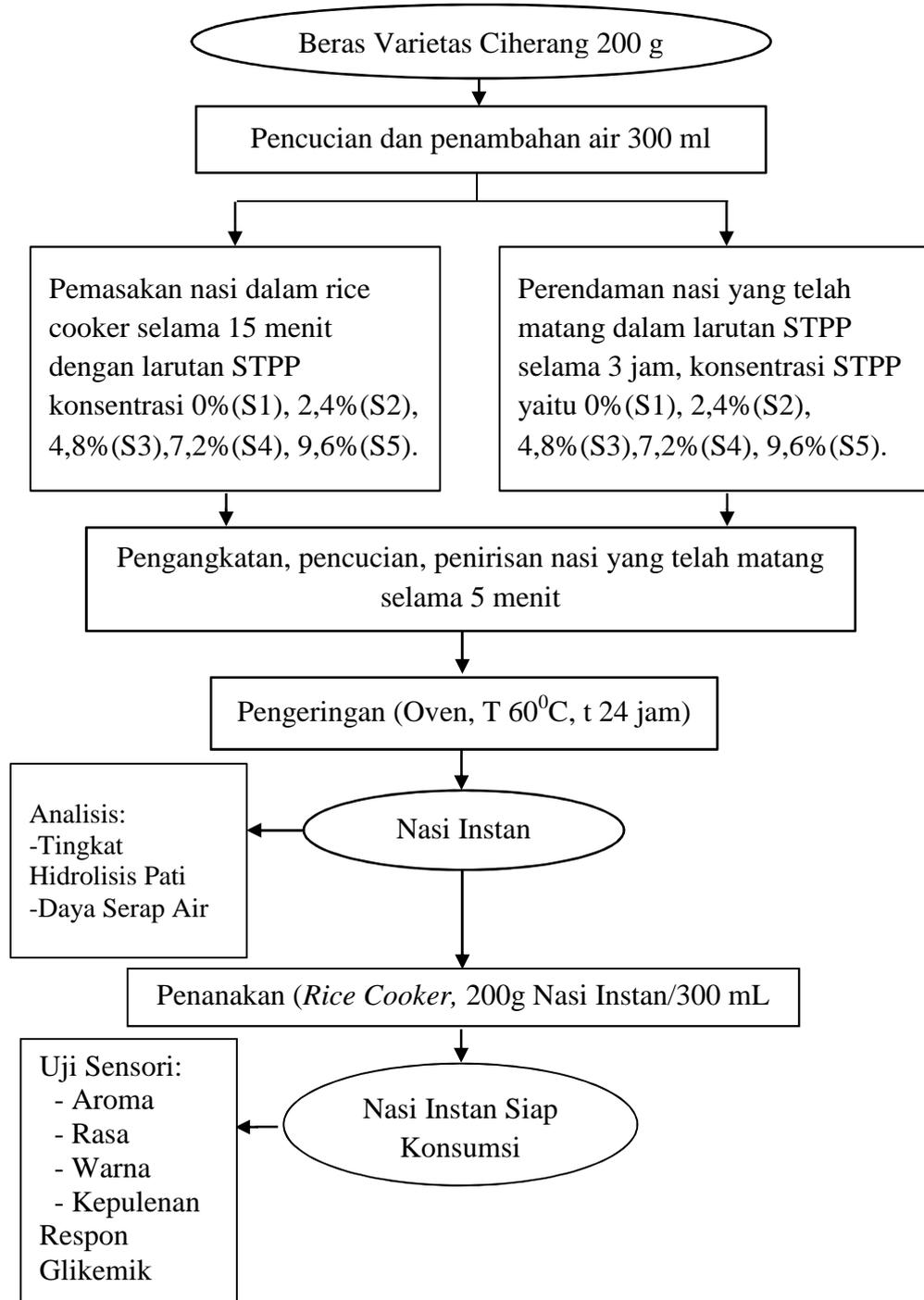
## 3.4 Pelaksanaan Penelitian

### 3.4.1 Pelaksanaan penelitian tahap 1

#### 3.4.1.1 Pembuatan nasi instan

Pembuatan nasi instan pada penelitian ini menggunakan beras Ciherang dan penambahan larutan STPP dengan konsentrasi (S1) 0%, (S2) 2,4%, (S3) 4,8%, (S4) 7,2 %, dan (S5) 9,6%. Pembuatan nasi instan diawali dengan menimbang beras sebanyak 200 g, dicuci dan ditambahkan air 300 ml. Pada perlakuan pertama beras dimasak dengan air yang mengandung larutan STPP dalam *rice cooker* selama 15 menit. Pada perlakuan kedua beras dimasak dalam *rice cooker* selama 15 menit, selanjutnya nasi yang telah dimasak direndam dalam larutan STPP dengan konsentrasi 0 %, 2.4 %, 4.8 %, 7.2 %, 9.6 % selama 3 jam, lalu nasi dipisahkan dengan alat saring dan dikeringkan. Nasi yang telah matang dicuci dengan air mengalir dan ditiriskan 5 menit. Nasi dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama 24 jam hingga kering. Penyajian nasi dilakukan dengan cara

dimasak kembali selama 10 menit menjadi nasi siap saji. Diagram alir pembuatan nasi instan dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Proses pembuatan nasi instan dengan penambahan STPP (Modifikasi Rewthong *et al.*, 2011)

### **3.5 Pengamatan**

#### **3.5.1 Pengamatan tahap 1**

Parameter yang diamati pada nasi instan dengan penambahan STPP meliputi tingkat hidrolisis pati, daya serap air, sifat sensori dengan uji hedonik atau tingkat kesukaan.

##### **3.5.1.1 Analisis Tingkat Hidrolisis Pati**

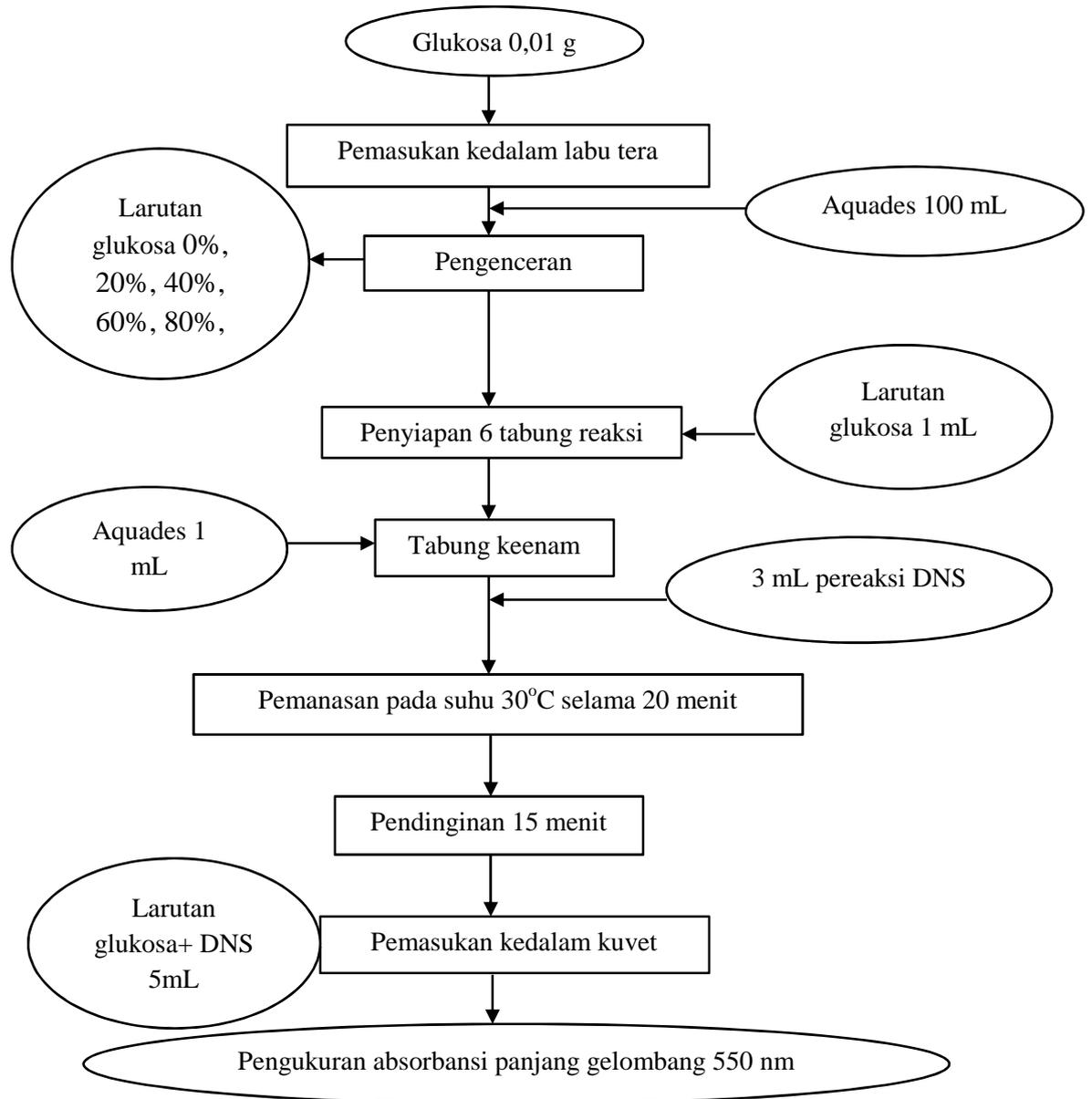
###### **a. Pembuatan kurva standar glukosa**

Jumlah glukosa hasil hidrolisis enzim amilase diukur secara spektrofotometri.

Larutan hasil hidrolisis direaksikan dengan pereaksi dinitro salisilat (DNS) sehingga terbentuk warna jingga kemerahan yang kepekatannya berbanding lurus dengan kadar glukosa dalam larutan. Kandungan glukosa sampel ditentukan berdasarkan kurva standar glukosa yang dimodifikasi dari Muchtadi *et al.*, (1992).

Konsentrasi glukosa yang digunakan sebagai kurva standar adalah 0,01%, yang dibuat dengan cara melarutkan 0,01 g glukosa ke dalam labu tera dan ditambahkan sampai volume 100 mL aquades. Kemudian dibuat seri pengenceran yaitu 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% dari konsentrasi larutan standar glukosa, selanjutnya siapkan 6 tabung reaksi, masing-masing tabung reaksi dimasukkan 1 mL dari larutan glukosa tersebut. Tabung keenam diisi aquades sebagai pengganti larutan glukosa (blanko). Larutan ditambahkan 3 ml pereaksi dinitro salisilat (DNS). Tabung reaksi dipanaskan dalam penangas air pada suhu 30°C selama 20 menit dan didinginkan selama 15 menit. Larutan dimasukkan kedalam kuvet

sebanyak 5 mL diukur absorbansinya pada panjang gelombang 550 nm. Diagram alir proses pembuatan kurva standar glukosa dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir proses pembuatan kurva standar glukosa

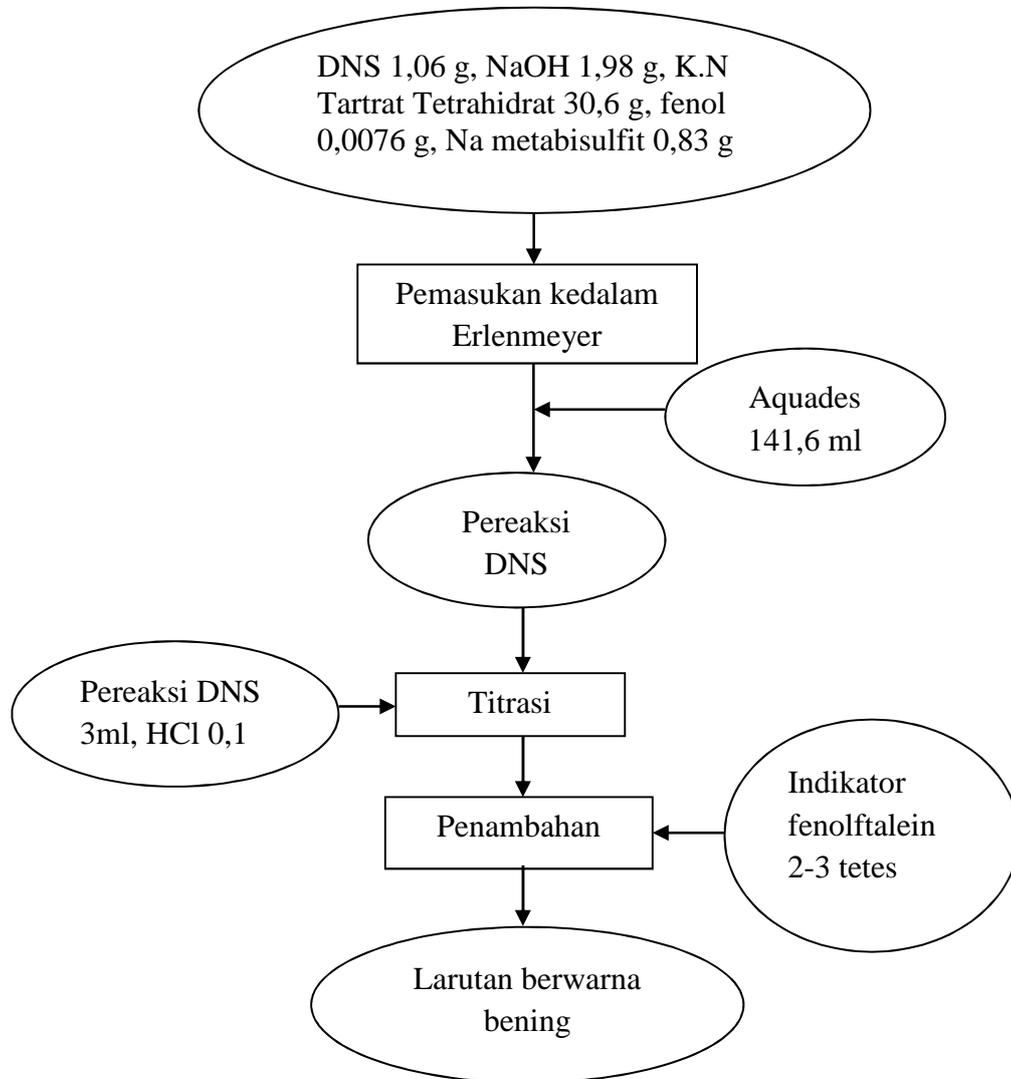
#### b. Pembuatan pereaksi dinitro salisilat (DNS)

Pembuatan pereaksi DNS menggunakan metode Apriyanto *et al.*(1989).

Sebanyak 1,96 g asam dinitro salisilat dan 1,98 g NaOH, 3,06 g K.N. Tartrat

Tetrahidrat, 0,0076 g fenol, dan 0,83 g Na-metabisulfit ditimbang lalu dimasukkan

ke dalam 141,6 ml aquades dan dicampurkan. Selanjutnya, dilakukan titrasi 3 ml pereaksi DNS dengan HCl 0,1 N dan ditambahkan 2-3 tetes indikator fenolftalein sampai berubah warna menjadi bening.



Gambar 5. Diagram alir proses pembuatan pereaksi DNS

### c. Penentuan tingkat hidrolisis pati nasi instan

Penentuan tingkat hidrolisis pati di modifikasi dari Muchtadi *et al.* (1992). Bubuk nasi instan ditimbang 1 g dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 9 mL aquades, dipanaskan pada penangas air pada suhu 90°C selama 15 menit

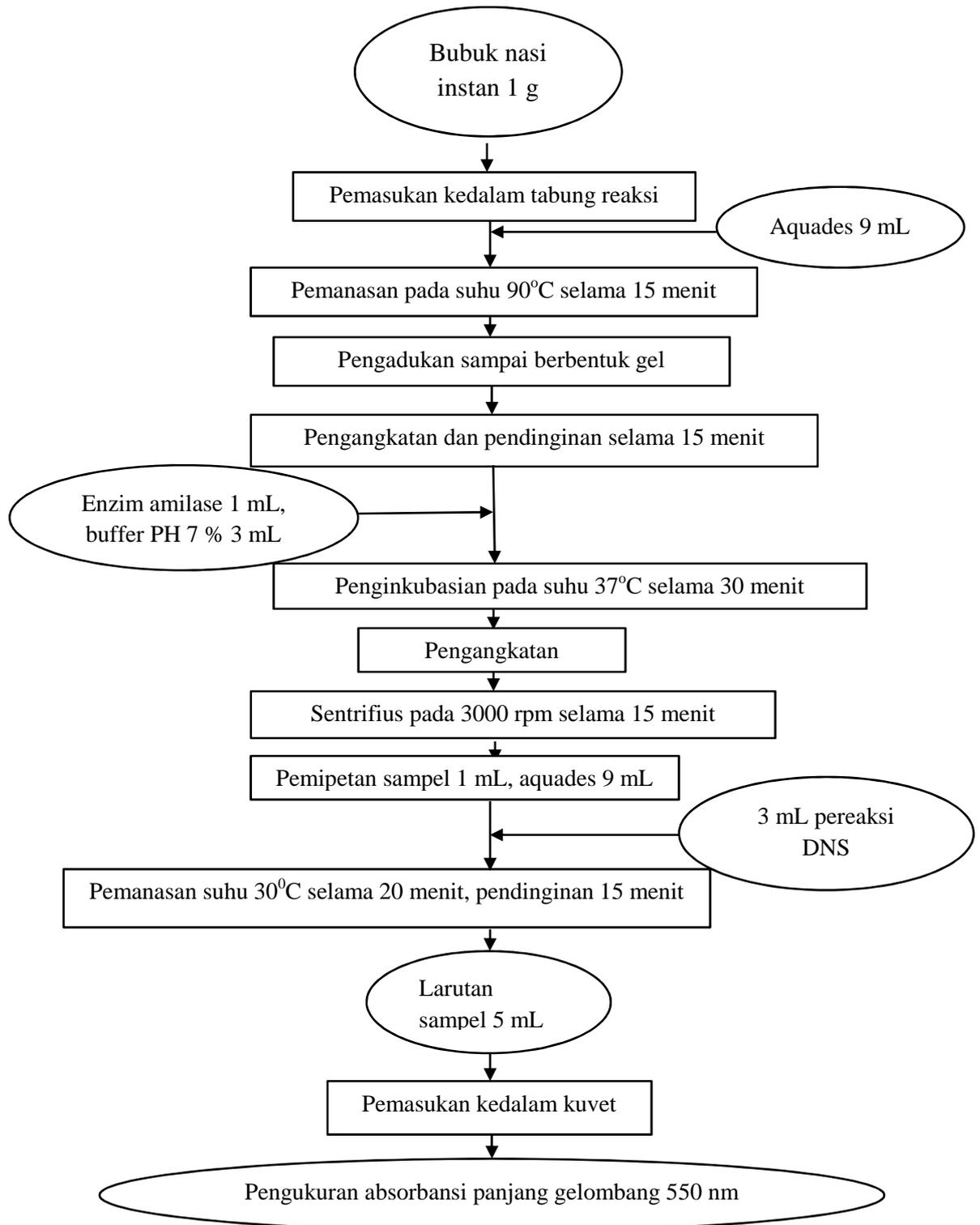
hingga berbentuk gel sambil diaduk, diangkat dan didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit. Sampel ditambah enzim amilase 1 mL dan 3 mL buffer fosfat 0,1 M pH 7, diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit, dicentrifuge pada kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Sampel dipipet 1 mL dan ditambahkan 9 mL aquades. Sampel cair dihitung sebagai konsentrasi volume pengenceran, sampel dipipet 1 mL ditambah 3 mL pereaksi DNS. Larutan sampel dipanaskan pada suhu 30°C selama 20 menit didinginkan 15 menit. Sampel 5 mL dimasukkan kedalam kuvet dan diukur absorpsinya pada panjang gelombang 550 nm. Hasil pengukuran jumlah glukosa dibagi dua agar ekuivalen dengan kurva standar. Tingkat hidrolisis pati oleh enzim  $\alpha$ -amilase diperoleh dengan cara membandingkan jumlah glukosa yang terhidrolisis dengan berat padatan nasi instan (berat basah dan berat kering). Penentuan presentase tingkat hidrolisis pati dapat didapatkan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Daya Cerna Pati} = \frac{KG}{BS} \times 100\%$$

Keterangan :

KG = Jumlah glukosa nasi (g/g)  
BS = Berat sampel nasi instan (g)

Digram alir proses penentuan daya cerna pati nasi instan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir proses pengujian tingkat hidrolisis pati nasi instan

### 3.5.1.2 Daya Serap Air

Analisis daya serap air mengikuti metode yang digunakan oleh Valdez-Niebla *et al.* (1993) sampel berupa bubuk nasi instan sebanyak 0,5 g (B) ditimbang lalu dimasukkan ke dalam tabung sentrifius yang telah diketahui berat konstannya, ditambahkan aquades sebanyak 10 mL ke dalam tabung yang telah berisi sampel, tabung divortex sampai sampel dan larutan tercampur sempurna, setelah sampel terlarut, tabung disentrifius dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit, dipisahkan (dekantasi) antara bagian yang mengendap atau residu (A) dan bagian yang terlarut (B), tabung beserta residu dikeringkan di oven pada suhu 50-55<sup>0</sup>C, selama 25 menit, kemudian hitung volume filtrate yang dihasilkan (D) dan diambil 2 mL dan dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui berat konstannya lalu dikeringkandi oven pada suhu 105<sup>0</sup>C sampai konstan. Penentuan daya serap air nasi instan dapat didapatkan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{A}{B - (C \times D)} \times 100\%$$

Keterangan =

A = Berat residu (g)

B = Berat awal (g)

C = Berat terlarut =  $\frac{\text{Filtrat akhir} \times (D)}{2 \text{ ml}}$

D = Volume filtrate (ml)

### 3.5.1.3 Uji Sensori

Uji tingkat penerimaan konsumen terhadap nasi instan dengan penambahan STPP dilakukan dengan pengujian sensori menggunakan skala hedonik (kesukaan).

Pengujian diawali dengan menyajikan nasi instan yang telah dimasak dan pada

kondisi dingin disajikan kepada panelis menggunakan piring. Sebanyak 30 panelis kemudian diinstruksikan untuk menuliskan tingkat kesukaan terhadap nasi instan pada kuisioner. Pengujian menggunakan skala hedonik bertujuan untuk mengetahui gambaran tingkat kesukaan konsumen pada nasi instan dengan penambahan STPP. Skala yang digunakan pada uji hedonik yaitu, 1 : sangat tidak suka, 2 : tidak suka, 3 : netral (biasa saja), 4 : suka, 5 : sangat suka. Berikut adalah contoh lembar kuisioner uji sensori dengan metode uji hedonik.

## KUISIONER Uji Hedonik

Nama :  
 Jenis Kelamin :  
 Umur :  
 Tanggal :  
 Sampel : Nasi

### Instruksi

Di hadapan Anda disajikan enam sampel nasi yang akan dijadikan bahan konsumsi bagi penderita diabetes mellitus. Silahkan diuji aroma, warna, rasa, dan kepuhlenan dari masing - masing sampel dengan cara mencicipi sampel satu persatu. Netralkan indera pengecap Anda dengan air putih setelah selesai mencicipi satu sampel. Setelah mencicipi, berikan skor 1–5 sesuai dengan tingkat kesukaan Anda. Setelah selesai, berikan komentar Anda dengan memberikan penilaian dalam ruang yang telah disediakan.

KODE	AROMA	RASA	WARNA	KEPULENAN
427				
880				
133				
581				
304				
184				

### Keterangan :

- 1 : Sangat tidak suka
- 2 : Tidak suka
- 3 : Netral (biasa saja)
- 4 : Suka
- 5 : Sangat suka

### Komentar

.....

.....

.....

.....

### 3.5.2 Pengamatan tahap 2

Pengamatan tahap 2 berupa pengamatan terhadap respon glikemik nasi instan yang dikonsumsi responden.

#### 3.5.2.1 Penentuan Respon Glikemik

Penentuan respon glikemik menggunakan metode modifikasi El (1999).

Penentuan respon glikemik menggunakan 6 orang responden setelah melakukan puasa selama 10 jam. Syarat- syarat responden adalah sehat, non-diabetes, memiliki kadar glukosa puasa normal (70-120 mg/dl) dan memiliki nilai Indeks Massa Tubuh (IMT) dalam kisaran normal 18.5-22,9 Kg/m<sup>2</sup>. Penentuan Indeks Massa Tubuh (IMT) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$IMT = \frac{BB \text{ (kg)}}{TB^2 \text{ (m)}}$$

Keterangan =

BB = Berat badan

TB = Tinggi badan

Klasifikasi nilai IMT dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi nilai IMT

IMT	Kategori
< 18,5	BB Kurang
18,5-22,9	BB Normal
≥23,0	BB Lebih
23,0-24,9	Dengan Resiko
25,0-29,9	Obesitas 1
≥ 30	Obesitas 2

Sumber : Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (2002)

Pengukuran kadar gula darah dilakukan setelah periode puasa (kecuali air putih) selama 10 jam pada malam hari, kemudian sampel darah (kadar glukosa puasa) responden diambil dengan menggunakan alat *blood glucose test meter* merk Gluco Dr sebelum mengonsumsi nasi instan pada menit ke-0. Responden mengonsumsi 50 g sampel nasi instan biasa (kontrol) pada hari pertama, dan mengonsumsi 50 g sampel nasi instan STPP konsentrasi 4,8% pada hari kedua. Setelah mengonsumsi nasi instan, sampel darah responden diambil sebanyak 0.5  $\mu$ L menggunakan alat *blood glucose test meter* merk Gluco Dr. Pengambilan sampel darah responden dilakukan setiap selang 30 menit sekali yaitu 0 menit (kadar gula darah puasa), 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit setelah mengonsumsi nasi instan.

Selanjutnya diukur kadar glukosa darahnya dengan mengukur rata-rata glukosa darahnya. Kemudian dicari luas permukaan dengan rumus sebagai berikut :

$$L = \int_0^{120} f(x) dx$$

Keterangan =

f = Fungsi dari y

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Cara penambahan STPP pada pemasakan nasi tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat hidrolisis pati, daya serap air, dan sifat sensori.
2. Penambahan STPP konsentrasi 0%, 2,4%, 4,8%, 7,2%, 9,6% pada pemasakan nasi tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat hidrolisis pati, daya serap air, dan sifat sensori.
3. Tidak terdapat interaksi antara cara penambahan dan konsentrasi STPP pada pembuatan nasi instan.
4. Rata-rata respon glikemik nasi yang diberi STPP lebih rendah yaitu sebesar 94,37 mg/dL dibandingkan dengan rata-rata respon glikemik nasi kontrol yaitu sebesar 99,27 mg/dL.

### **5.2. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan perlu dilakukan pengujian tingkat hidrolisis menggunakan metode multienzin untuk menentukan konsentrasi produk hasil hidrolisis pati oleh enzim - amilase.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhyar. 2009. Pengaruh Proses Pratanak Terhadap Mutu Gizi dan Indeks Glikemik Berbagai Varietas Beras Indonesia. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- American Diabetes Association. 2005. *Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*. Diabetes Care.
- Andarwulan, N., F. Kusnandar, dan D. Herawati. 2011. *Analisis Pangan*. PT Dian Rakyat. Jakarta.
- Apriyanto, A., D. Fardias, N.L. Puspitasari, dan S. Budiyanto. 1989. *Analisis Pangan*. IPB. Bogor. Hal:51.
- Argasasmita, T. U. 2008. Karakteristik Sifat Fisiokimia dan Indeks Glikemik Varietas Beras Beramilosa Rendah dan Tinggi. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Asp, N. G. 1992. Rapid Enzymatic Assay of Insoluble and Soluble Dietary Fiber. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 31 : 476-482.
- Astawan, M. 2004. *Sehat Bersama Aneka Serat Pangan Alami*. Cetakan 1. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri. Solo.
- Astawan, M. 2000. *Beras dan Tepung Beras*. Bahan untuk Majalah Femina. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2008. Persyaratan Mutu Beras Giling. SNI 01-6128-2008.
- Bararah, T. 2012. *Asuhan Keperawatan Panduan Lengkap Menjadi Perawat Profesional*. Prestasi Pustaka Publisher. Jakarta.
- Belitz, H.D. and W. Grosch. 1999. *Food Chemistry*. 2<sup>nd</sup> Ed. Springer. Berlin.
- Bennet, H. 1964. *Practical Emulsion*. Chemical Publishing Inc. Brooklin. New York.
- Cadden, C.H. 1989. *Finite Element Modelling and Validation of Residual Stress in 304L Girth Welds*. Sandia National Laboratories. Livemore.
- Cataldo, C.B., J.R. Nyenhuis and E.N. Whitner. 1989. *Nutritional and Diet Therapy, Principles and Practice* 2<sup>nd</sup> edition. West Publishing Company. St. Paul.

- Collado and Harold. 2003. *Organic Chemistry, A short Course*, Eleven Edition. Houghton Mifflin Company.
- Deliani, L. 2004. Mempelajari Pengaruh Penyimpanan Beberapa Varietas Beras yang Berbeda Tingkat Kepulenannya terhadap Mutu Tanak. (Skripsi). . Bogor.
- Departemen Kesehatan RI. 2009. Diabetes Mellitus Ancaman Umat Manusia di Dunia. <http://www.depkes.go.id/indeks/>. Diakses pada tanggal 07 April 2015.
- Departemen Kesehatan. 1995. Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia. Direktorat Jenderal Pembinaan Kesehatan Masyarakat, Direktorat Bina Gizi Masyarakat, Puslitbang Gizi, Departemen kesehatan. Jakarta.
- Desriani. 2003. *PQQGH (Piroloquinoline Quinone Glukosa Dehidrigenase)* sebagai Biosensor Glukosa pada Pengobatan Penyakit DM, hal 201-206. Penerbit Buku Kedokteran UI. Jakarta. Diakses tanggal 7 Mei 2015. <http://www.greenpeace.org/raw/content/usa/rice-biodiversity-nutrient.pdf>.
- Dianti, R.W. 2010. Kajian Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Beras Organik Mentik Susu dan IR64; Pecah Kulit dan Giling Selama Penyimpanan. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1981. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bharatara Karya Aksara. Jakarta.
- Dziedzak, J.D. 1990. Phosphates Improve Many Foods. *Indonesia University Press*. Jakarta.
- Earnshaw, A. 1997. *Chemistry of the Elements* (2<sup>nd</sup> ed.). Butterworth-Heinemann. ISBN0080379419.
- El, S.N. 1999. Determination of Glicemic Index for Some Breads. *Journal of Food Chemistry*. 67 (2) : 5.
- Fadhila, R. 2004. *Ayam Boiler Komersial*. Agromedia Pustaka Utama. Jakarta.
- FDA. 1995. *Sanitation, Sanitary Regulation and Voluntary Programs* In: G. Marriot, Norman (ed). *Principles of Food Sanitation*. hal 7. Third Edition Chapman and Hall. New York.
- Fellow, P.J. 1992. *Food Processing Technology*. CRC Press. New York.
- Fennema, O.W. 1985. *Principle of Food Science, Food Chemistry*, 2<sup>nd</sup> Ed. Marcel Dekker Inc. New York.

- Frei, M., and K. Becker. 2005. On Rice, *Biodiversity and Nutrients*. Diakses tanggal 8 Mei 2015. <http://www.greenpeace.org/raw/content/usa/rice-biodiversity-nutrients.pdf>.
- Granfeldt, Y., I. Bjorck, and A. C. Eliasson. 2000. An Examination of Possibility of Lowering the Glykemic Index of Oat and Barley Flakes by Minimal Processing. *The Journal of Nutrition* 130 : 2207-2214.
- Haralampu, S.G. 2000. Resistant Starch—a Review of the Physical Properties and Biological Impact of RS3. *Carbohydrate Polymer* 41 : 285-292.
- Hariyadi, 2008. Kimia dan Teknologi Pati. PSS UGM Press. Yogyakarta.
- Hoseney, R.C. 1994. *Principle of Cereal Science and Technology*. American Assoc. Of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, MN. 378 pp.
- Holm, J., I. Lundquist, I. Bjorck, A. C. Eliasson, and N. G. Asp. 1988. Degree of Starch Gelatinization, Digestion Rate of Starch in Vitro, and Metabolic Response in Rats. *American Journal of Clinical Nutrition* 47 : 1010-1016.
- Hu, E A., A. Pan, V. Malik, and Q. Sun. 2012. White Rice Consumption and Risk of Type 2 Diabetes: Meta-Analysis and Systematic Review. *British Medical Journal*.15 : 344-1454.
- Hyung J. C., S. L. Hyesook, and T. L. Seung. 2005. Effect of Partial Gelatinization and Retrogradation on the Enzymatic Digestion of Waxy Rice Starch. *Journal Cereal Science* 43 : 355-356.
- Ilyas S. 1983. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid II*. Pembekuan Ikan. CV. Paripurna. Jakarta.
- Indrasari, S.D. 2008. Nilai Indeks Glikemik Beras Beberapa Varietas Padi. *Jurnal PP Tanaman Pangan*. 27 (2).
- Indrasari, S.D., E.Y. Purwani, S. Widowati dan D.S. Damayanti. 2009. Peningkatan Mutu Nilai Tambah Beras Melalui Mutu Fisik, Cita Rasa, dan Gizi. Di dalam *Padi Inovasi dan Teknologi Buku 2*, Eds: Dradjat Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Subang.
- Jarvis, P. 1999. *The Theory and Practices of Learning*. Kogan Page Limited.
- Juliano, B. O. 1994. *Criteria and Test for Rice Grain Quality*. In: Rice Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- Keim, N.L., J.S. Stren, and K. Teff. 2006. Fructose, Weight Gain and The Insulin Resistance Syndrome. *Am Journal Clin Nurt*. 76 : 911-22.

- Kementrian Kesehatan. 2008. Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar, Riset Kesehatan Dasar Indonesia Tahun 2007. Depkes. Jakarta.
- Koswara, S., 1992. *Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadikan Makanan Bermutu*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Larasati, A.S. 2013. Analisis Kandungan Zat Gizi Makro dan Indeks Glikemik Snack Bar Beras Warna Sebagai Makanan Selingan Penderita Nefropatidiabetik. (Artikel Penelitian). Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro.
- Leszczynski, W. 2004. Resistant Starch-Classification, Structure, Production. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 13 (54) : 37-50.
- Maulana. 2008. *Panduan Lengkap Makanan Berkarbohidrat*. Kata Hati. Yogyakarta.
- Miller J. B, E. Pang , and L. Bramall. 1992. Rice a High Or Low Glycemic Index Food ?.*American Journal of Clinical Nutrition*.56: 1034-1036.
- Miller, G.L. 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry*. 31 : 426-428.
- Muchtadi, T.R., dan Sugiono. 1992. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Muchtadi, D. 1989. *Petunjuk Laboratorium Evaluasi Nilai Gizi Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Jendral Pendidikan Pusat Antar. Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Perkumpulan Endokrinologi Indonesia. 2002. *Konsensus Pengelolaan Diabetes Mellitus Tipe 2 di Indonesia*. Naskah Lengkap Pendidikan Kedokteran Berkelanjutan XVIII Ilmu Penyakit Dalam 2003. Surabaya.
- Perhimpunan Rumah Sakit Indonesia. 2008. *Faktor Lingkungan dan Gaya Hidup Berperan Besar Memicu Diabetes*. Pusat Data dan Informasi PERSI. Jakarta.
- Post R. E, A.G. 3rd. Mainous, D.E. King, dan K.N. Simpson. 2012. Dietary Fiber For the Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus. *a meta-analysis*. 25 (1) : 16-23.
- Prameswari, O. M., dan S. B. Widjanarko. 2014. Uji Efek Ekstrak Air Daun Pandan Wangi terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah dan Histopatologi Tikus Diabetes Mellitus. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2 (2) : 16-27.

- Prasetyo, Y. T. 2003. *Bertanam Padi Gogo Tanpa Olah Tanah*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Qurratuaeni. 2009. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Terkendalinya Kadar Gula Darah pada Pasien Diabetes Melitus di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Fatmawati Jakarta. (Skripsi). UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Rahmadi, I. 2016. Pengaruh Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight.) Walp.) terhadap Tingkat Hidrolisis Pati, Aktivitas Antioksidan dan Sifat Sensori Nasi Instan. (Skripsi). Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Rewthong, O. S., C. Soponronarit., P. Taechapairoj., Tungtrakul., and S. Prachayawarakon. 2011. Effect of Cooking, Drying and Pretreatment Methods on Texture and Strach Digestibility of Instan Rice. *Journal of Food Engineering*. 103 : 258-264.
- Rimbawan dan A. Siagian. 2004. *Indeks Glikemik Pangan*. Penebar Swadaya. Jakarta. 53 hlm.
- Rodrigueez, A. D. B. 1997. Carotenoids and Food Preparation: The Retention of Provitamin A Carotenoids in Prepared, Processed, and Stored Foods. Departamento de Ciencias de Alimentos Faculdade de Engenharia de Alimentos Universidade Estadual de Campinas C.P. 6121, 13083-970 Campinas, S.P. Brazil.
- Rosett, J.W., C.S. Isaacson, dan A.S. Isaacson. 2004. Carbohydrat and Increases in Obesity: Does the Type of Carbohydrate Make a Difference?. *Obesity Research*. 12 (1) : 7.
- Sajilata, M.G., R.S. Singhal, and P.R. Kulkarni. 2006. Resistant starch a review. *Science and Food Safety*. Vol 5.
- Sams, A.R. 2001. *Poultry Meat Processing*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Santika, A., dan Rozakurniati. 2010. *Teknik Evaluasi Mutu Beras dan Beras Merah Pada Beberapa Galur Padi Gogo*. Buletin Teknik Pertanian 15: 1-5
- Sardesai, V. 2003. Introduction to Clinical Nutrition. Marcel Dekker Inc. New York.339-354.
- Seungbum, K., S. Jun-Seop, K. Hyun-Jung. 2007. Streptozotocin-Induced Diabetes Can Be Reversed By Hepatic Oval Cell Activation Through Hepatic Transdifferentiation And Prancreatic Islet Regeneration. *Lab. Investigation* 87 : 702-712.

- Selby, A. 2005. *Makanan Berkhasiat*. Erlangga. Jakarta.
- Sievert, D, and Y. Pomeranz. 1989. Enzyme Resistant Starch 1. Characterisation and Evaluation by Enzymatic, Thermoanalytical, Microscopic Methods. *Cereal Chemistry*. 66:342-347.
- Shand, P.J., J.N. Sofos and G.R. Schmidt. 1993. Properties of Algin/Calcium and Salt/Phosphate Structured Beef Rolls with Added Gums. *Jurnal Food Science*. 58 (6) : 1224-1230.
- Suryanto, E. 2003. Pengaruh Lama Perendaman Dan Konsentrasi Sodium Tripolifosfat Terhadap Daya Ikat Air Daging Ikan Madidihang (Thunnus Albacores). *Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*. Universitas Hasanuddin.
- Soenarjo, Edi. 1991. *Padi Buku 3*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Subana, M dan Sudrajat. 2005. *Dasar-Dasar Penelitian Ilmiah*. Pustaka Setia. Bandung.
- Suryono, J. 2008. Beras Hitam. [www.griyokulo.tv/beras%250hitam.html](http://www.griyokulo.tv/beras%250hitam.html).
- Tharanthan dan Mahadevan. 2003. *New Currents in Productivity Analysis Where To Now ?*. APO Productivity Series 31. Tokyo.
- Then, J.L., W. Blaszczyk, and G. Lewandowicz. 2007. *Digestibility Vs Structure of Food Grade Modified Starches*. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. 10(3). Diakses tanggal 7 mei 2015. Available Online: <http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue3/art-10.html>.
- Thomas, D. J. and W. A. Atwell, 1997. *Starches*. Eagen Press. St. Paul. Minnesota, USA.
- Tjokroadikoesoemo, S. 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Tjokroprawiro, A. 2001. *Diabetes Mellitus: Klasifikasi, Diagnosis, dan Terapi*. Edisi ketiga. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Valdez-Niebla, J.A., Paredes-Lopez, O., Vargas-Lopez, J.M. and Hernandez-Lopez, D. (1993). Moisture Sorption Isotherms And Other Physicochemical Properties Of Nixtamalized Amaranth Flour. *Food Chemistry*. 46: 19- 23.

- Wardlaw, G.M. 1999. *Protein. In Perspectives in Nutrition*. The McGraw-Hill. San Francisco.
- Widowati, S. 2007. Pemanfaatan Ekstrak The Hijau (*Camellia Sinensis O. Kuntze*) Dalam Pengembangan Beras Fungsional Untuk Penderita Diabetes Mellitus. (Disertasi). Sekolah Pascasarjana Intitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Whistler, R.L., J.N. Bemiller and E.F. Paschall. 1984. *Starch: Chemistry and Technology*. Academic Press. Inc. Toronto. Tokyo.
- WHO. Global Burden of Stroke. *world health organization*. 2007. Available from: URL: HIPERLINK[http://www.who.int/cardiovascular\\_disease/en/cvd\\_atlas\\_15\\_burden\\_stroke.pdf](http://www.who.int/cardiovascular_disease/en/cvd_atlas_15_burden_stroke.pdf).diunduh pada Senin, 11 Januari 2016 jam 1.28 AM.
- Widowati, S., M. Astawan, D. Muchtadi and T. Wresdiyati. 2006. Hypoglycemic activity of some Indonesian Rice Varieties and Their Physicochemical Properties. *Indonesian Journal. Agric. Sci.* 7 (2) : 57-66.
- Widowati, S.B.A., S. Santosa, dan A. Budiyanto. 2008. Karakteristik Mutu dan Indeks Glikemik Beras Beramilosa Rendah dan Tinggi. *BB Padi. Sukamadi.* 2:759-773.
- Willet. 2002. Dietary Fat Plays a Major Role in Obesity: No. *Obes. Am Journal Clin Nutr. Rev*; 3:59-68.
- Wijaya, W. A., N. S. W. Yahya, Meutia, I. Hermawan, dan R. N. Begum. 2012. Beras Analog Fungsional dengan Penambahan Ekstrak Teh untuk Menurunkan Indeks Glikemik dan Fortifikasi dengan Folat, Seng, dan Iodin (*Laporan Pengembangan Penelitian*). Institusi Pertanian Bogor. Bogor.
- Winarno, F. G. 1987. *Haruskah Kita Peduli rasa Nasi?*. FTDC-IPB.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wolever, T. M. S. 2006. *The Glycaemix Index-Aphysiological Classification of Dietary Carbohydrate*. *Oxfordshire*. Cabi International Publishing. ISBN 978-1-84593-051-6.
- Woo, K. S., and P. A. Seib. .2002. Cross-Linked Resistant Starch: Preparation and Properties. *.Cereal Chemistry.* 79 (6) : 819-825.
- Wootton, M., and M.A. Chaudhary. 1979. Enzymic Digestibility of Modified Starches. *Starch.* 31 (7) : 224-228.

Yahya, N. S. W. 2012. Indeks Glikemik Beras Analog Berbahan Baku Menir dengan Penambahan Ekstrak Teh Hitam. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Yunianta, S. Tri., Apriliastuti., T. Esti., dan E. W. Siti. 2010. Hidrolisis Secara Sinergis Pati Garut (*Marantha Arundinacea*) Oleh Enzim A-amilase, Glukoamilase, dan Pullulanase untuk Produk Sirup Glukosa. *Jurnal Teknologi Pertanian* 11(2) : 78-86.