



**KARAKTERISTIK KIMIA DAN DAYA CERNA *CRISPY RICE* DENGAN
PERBEDAAN METODE PENGOLAHAN**

SKRIPSI

Oleh:

Widi Ameilia Sari

NIM. 161710101050

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2020



**KARAKTERISTIK KIMIA DAN DAYA CERNA *CRISPY RICE* DENGAN
PERBEDAAN METODE PENGOLAHAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

Widi Ameilia Sari

NIM. 161710101050

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

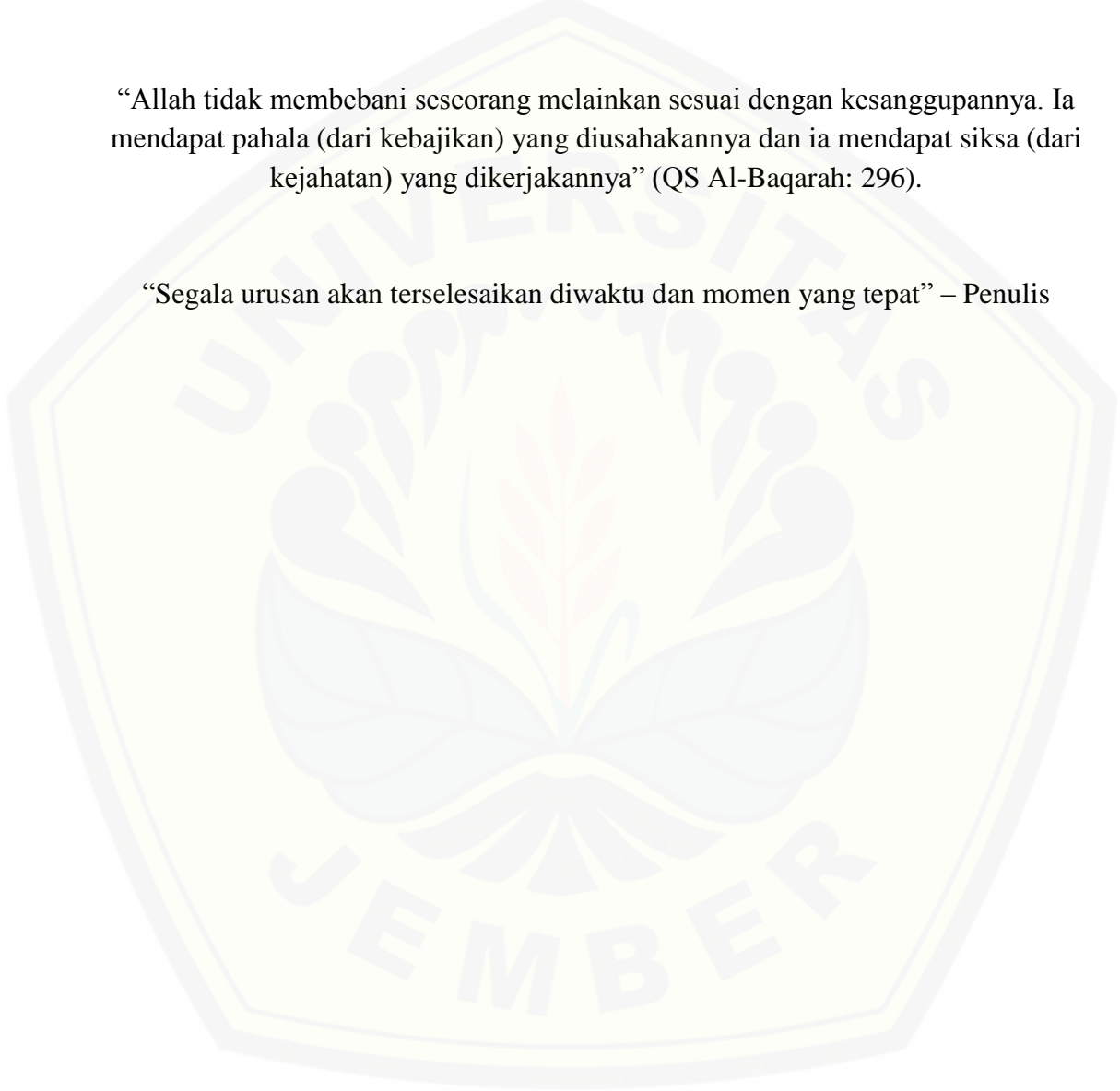
1. Tuhan Yang Maha Esa yang selalu menyertai setiap proses yang saya jalani;
2. Kedua orang tua saya, Bapak Nurhadi dan Ibu Sumaniah, serta Adik Mochammad Ilham Pinandhita dan seluruh keluarga besar;
3. DPU dan DPA Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si. dan Ahmad Nafi', S. TP., M. P. yang telah sabar dan meluangkan waktu membimbing maupun memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini;
4. Guru-guru saya sejak TK hingga Perguruan Tinggi;
5. Teman-teman THP 2016 khususnya THP C, terimakasih atas suasana kebersamaan selama ini dan telah memberikan banyak cerita dan motivasi;
6. Almamater Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

MOTTO

”Sesungguhnya bersama kesulitan pasti ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)” (QS 94: 6-7)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya” (QS Al-Baqarah: 296).

“Segala urusan akan terselesaikan diwaktu dan momen yang tepat” – Penulis



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Widi Ameilia Sari

NIM : 161710101050

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Karakteristik Kimia dan Daya Cerna *Crispy Rice* Dengan Perbedaan Metode Pengolahan” adalah benar-benar hasil karya sendiri dan bukan jiplakan. Sumber informasi yang dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam teks dan dicanumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Maret 2020

Yang menyatakan,

Widi Ameilia Sari

NIM. 161710101050

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK KIMIA DAN DAYA CERNA *CRISPY RICE*
DENGAN PERBEDAAN METODE PENGOLAHAN**

Oleh
Widi Ameilia Sari
161710101050

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si.
Dosen pembimbing Anggota : Ahmad Nafi', S. TP., M. P.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakteristik Kimia dan Daya Cerna *Crispy Rice* Dengan Perbedaan Metode Pengolahan” karya Widi Ameilia Sari, NIM 161710101050 telah diujikan disahkan pada:

Hari, tanggal : Kamis, 26 Maret 2020

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si.
NIP. 197904102003122004

Ahmad Nafi', S.TP., M.P.
NIP. 197804032003121003

Penguji Utama

Penguji Anggota

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P.
NIP. 196507081994032002

Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P.
NIDN. 0027127806

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 196809231994021009

RINGKASAN

Karakteristik Kimia dan Daya Cerna *Crispy Rice* Dengan Perbedaan Metode Pengolahan; Widi Ameilia Sari; 2020; 63 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Crispy rice merupakan makanan ringan biasa diolah dari beras ketan putih dengan kandungan amilopektin tinggi. Makanan dengan kandungan amilopektin tinggi lebih mudah dicerna dan dapat meningkatkan kadar gula darah dengan cepat. Alternatif untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengganti beras ketan putih dengan beras tinggi amilosa yaitu IR-66. Beras dengan kandungan amilosa tinggi lebih lambat dicerna. Amilosa juga berpengaruh terhadap pembentukan pati tahan cerna. Variasi volume air dan proses pengolahan juga berpengaruh terhadap kandungan kimia dan daya cerna *crispy rice*. Selama ini belum diketahui variasi volume air dan alat tanak yang tepat dalam pengolahan *crispy rice* untuk menghasilkan karakteristik kimia dan daya cerna yang baik sehingga diperlukan penelitian mengenai pengaruh variasi volume air dan alat tanak. Penambahan air berperan dalam proses gelatinisasi yang memberikan kesempatan pati untuk teretrogradasi sehingga akan terbentuk pati yang tahan cerna. Penggunaan *microwave*, *rice cooker*, dan presto dengan kerja alat yang berbeda diharapkan dapat menghasilkan *crispy rice* dengan karakteristik kimia yang baik dan daya cerna yang rendah. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai pengaruh variasi volume air dan perbedaan alat tanak terhadap karakteristik kimia dan daya cerna *crispy rice*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan alat penanak dan volume air terhadap kandungan kimia *crispy rice* yang meliputi kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat, dan daya cerna pati (RDS, SDS, RS).

Penelitian terdiri dari dua faktor yaitu perbedaan alat tanak dan variasi volume air. Faktor perbedaan alat tanak terdiri dari tiga taraf yaitu *microwave*, *rice cooker*, dan presto, sedangkan variasi volume air terdiri dari dua taraf yaitu 1:2 dan 1:3 dengan masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan. Parameter penelitian menggunakan 9 pengujian yaitu uji kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, daya cerna pati, kadar pati resisten, dan uji gugus fungsi dengan FTIR. Data yang diperoleh diolah menggunakan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf signifikan 5%. Beda nyata diantara rerata perlakuan dilakukan uji beda nyata *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2010 dan uji sidik ragam menggunakan aplikasi SPSS 22.0. Data hasil penelitian disusun dalam tabel dan disajikan dalam bentuk grafik batang untuk mempermudah proses analisa.

Hasil penelitian menunjukkan *Crispy rice* yang diolah dengan menggunakan alat tanak yang berbeda (*microwave*, *rice cooker*, dan presto) dan variasi volume air memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan kimia *crispy rice* yang meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, dan daya cerna pati (RDS, SDS, RS). Perlakuan yang terbaik pada pengolahan *crispy rice* yaitu menggunakan metode *rice cooker* dengan variasi volume air 1:3.

SUMMARY

Chemical and Starch Digestibility Characteristics of Crispy Rice by Different Processing Methods; Widi Ameilia Sari; 2020; 63 pages; Department of Agricultural Products Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember

Crispy rice was snack processed from glutinous rice with high amilopectin. High amilopectin food easier to digest so blood sugar level could raised fastly. Alternative to solved the problem by substituted white glutionous rice with high amilose rice, IR-66. High amilose rice slower to digest. Amilose also took effect toward indigestion starch formulation. Water volume variation and cooking process also took effect toward chemical and digestivability contain of *crispy rice*. Proper water volume variation and cooking tool in processing *crispy rice* with good chemical and digestivability characteristic were unknown so far, so that research about water volume variation and cooking tool's effect needed. Water adding took role in gelatinization which gave starch chance to retrogradized so indigestion starch formed. *Microwave*, *rice cooker* and *presto* use with different tool operation be expected could produce *crispy rice* with good chemical characteristic and low digestivability. Therefore research on impact of water volume variation and different cooking tools toward *crispy rice's* chemical and digestivability needed. The research goal was to found out the influence of different cooking tools and water volume toward *crispy rice's* chemical contain which include water level, ash, lipid, protein, carbohydrate, starch digestivability (RDS, SDS, RS).

Research consist of two factors, those were different cooking tools and water volume variation. Different cooking tools factor consist of three, those were *microwave*, *rice cooker*, and *presto*, while water volume variation consist of two, those were 1:2 and 1:3 with three times repetition for each variations. Research parameters using 9 testing, those were water level test, ash, protein, lipid, carbohydrate, starch digestivability, starch resistance, and fuctional groups by FTIR. Collected data processed using *Analysis of Variance* (ANOVA) method at significance level 5%. Real different among average treatment by real different test Duncan Multiple Range Test (DMRT) using Microsoft Excel 2010 and variance test using SPSS 22.0. Research output arranged in table and showed in bar graphic to easier analysis process.

Research output show that *crispy rice* processed using different cooking tools (*microwave*, *rice cooker*, and *presto*) and water volume variation took real effect toward *crispy rice's* chemical contain which include water level, protein, lipid, carbohydrate, and starch digestivability (RDS, SDS, RS). The best treatment on *crispy rice's* processing was using *rice cooker* method with water volume variation 1:3.

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi berjudul “Karakteristik Fisik dan Organoleptik *Crispy Rice* sebagai Produk Diversifikasi Olahan Beras” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan stasa satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, semangat, serta bimbingan dari berbagai pihak, baik moral maupun material, oleh karena-Nya penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih antara lain kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M. Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Ahmad Nafi’, S.TP., M. P dan Dr. Maria Belgis, S.TP., M.P selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Dr. Nurhayati, S. TP., M. Si selaku dosen Pembimbing Utama dan Ahmad Nafi’, S.TP., M.P. selaku Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dengan tulus dan sabar dalam penulisan skripsi ini hingga selesai;
5. Seluruh teknisi laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (Mbak Wim, Mbak Ani, Mbak Ketut, Mbak Selvi, Mas Nugraha) yang telah memberi masukan dan bantuan selama di laboratorium, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik;
6. Seluruh staff dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas waktu dalam memberi informasi yang dibutuhkan untuk penelitian ini;
7. Bapak, Ibu, Adek Ilham serta seluruh keluarga tercinta yang telah memberikan doa dan dukungannya selama ini;

8. Keluarga besar yang berada diberbagai kota dan daerah terimakasih telah memberikan dukungan secara moral dan material untuk dapat menyelesaikan skripsi ini;
9. Teman-teman seperjuangan THP C 2016 atas rasa persaudaraan, kenyamanan, canda tawa, dukungan, dan bersyukur bisa mengenal karakter pribadi yang berbeda-beda selama masa kuliah ini;
10. Teman-teman penghuni Studi Kewirausahaan dan Laboratorium Biokim hasil pertanian yang senantiasa membantu dan menemani selama penyelesaian skripsi ini;
11. Nisa Ainur A. R. P dan Bella Esmiranda Raharjo selaku teman seperjuangan yang telah membantu, baik dalam pelaksanaan kegiatan Magang Kerja dan pembuatan laporan;
12. Tim se-bimbingan 2016 yang telah memberikan semangat dan dukungan selama penyelesaian skripsi ini;
13. Sultoni Baharudin yang tak pernah lelah memberi dukungan dan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
14. Annisa Firdaus dan Eka Nur Zainia selaku teman seperjuangan kuliah yang telah banyak membantu selama penyusunan skripsi ini.
15. Dewi Permata Sari Nur, Farah Abidah Adiwarno, dan Cici Anggraini selaku teman yang selalu memberikan dukungan selama ini
16. Dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah banyak memberikan bantuan sejak awal penelitian hingga selesainya skripsi ini disusun.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun, baik dari isi maupun bentuk susunannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi semua pihak khususnya pembaca.

Jember, 26 Maret 2020

Penulis

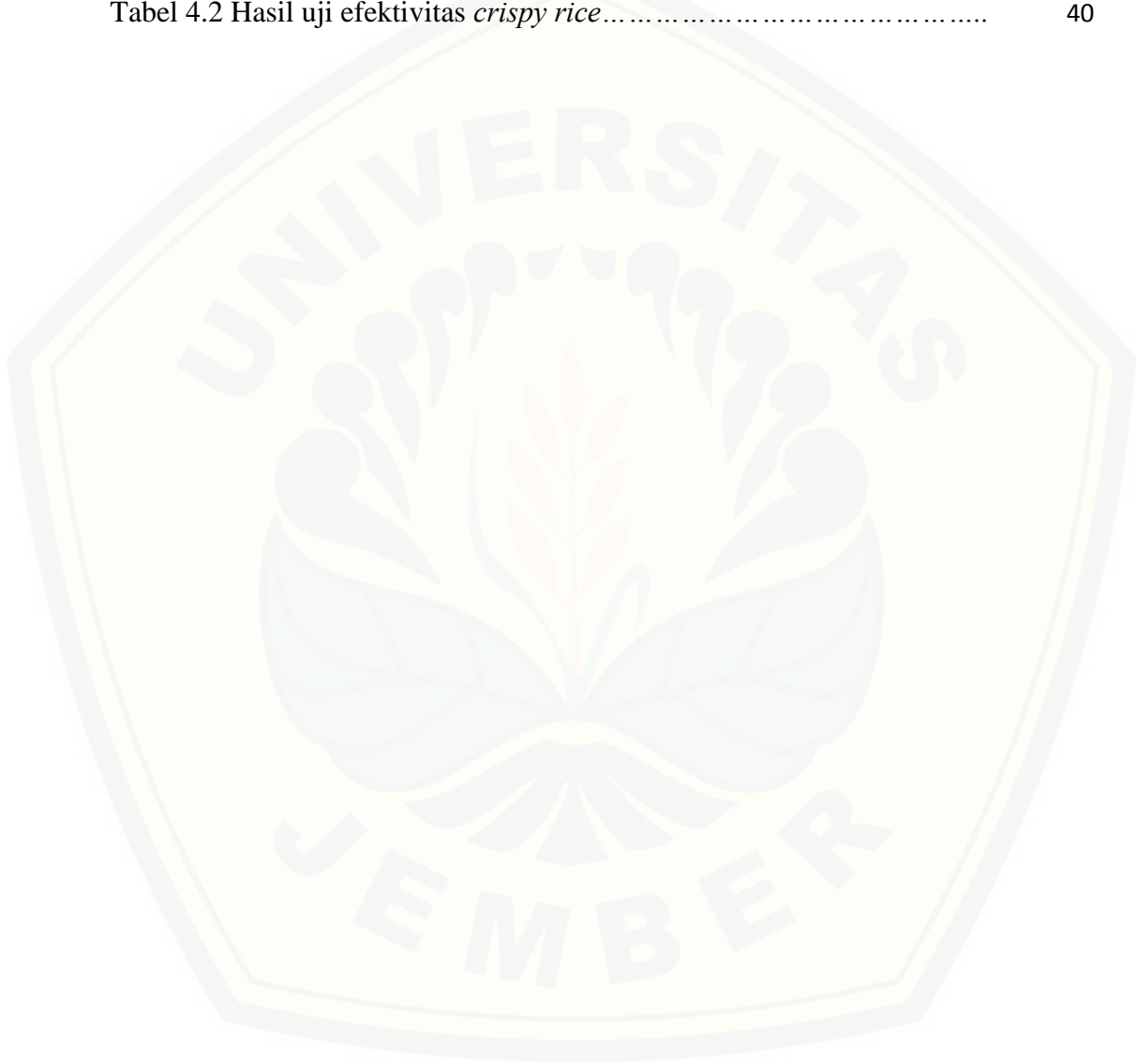
DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| HALAMAN SAMPUL..... | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTO | iv |
| LEMBAR PERNYATAAN | v |
| LEMBAR PEMBIMBINGAN | vi |
| LEMBAR PENGESAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| SUMMARY | xi |
| PRAKATA | xii |
| DAFTAR ISI..... | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Beras..... | 4 |
| 2.2 <i>Crispy Rice</i> | 6 |
| 2.3 Perubahan Komposisi Kimia yang Terjadi Selama Pengolahan <i>Crispy Rice</i> | 7 |
| 2.4 Pati Resisten | 9 |
| 2.5 Teknik Pengolahan Beras (<i>Microwave, Rice Cooker, dan Presto</i>) | 11 |
| 2.5.1 <i>Microwave</i> | 11 |
| 2.5.2 <i>Rice cooker</i> | 12 |
| 2.5.3 <i>Presto</i> | 13 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN..... | 14 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 14 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian..... | 14 |
| 3.3 Pelaksanaan Penelitian..... | 14 |
| 3.3.1 Rancangan Percobaan | 14 |
| 3.3.2 Tahapan Penelitian..... | 15 |
| 3.4 Parameter Pengamatan | 15 |
| 3.5 Prosedur Pengamatan | 16 |
| 3.5.1 Kadar Air | 16 |
| 3.5.2 Kadar Abu..... | 17 |
| 3.5.3 Kadar Protein | 18 |
| 3.5.4 Kadar Lemak | 18 |
| 3.5.5 Kadar Karbohidrat | 18 |
| 3.5.6 Kadar Pati | 19 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.7 Analisa Daya Cerna Pati | 20 |
| 3.5.8 Uji Efektivitas | 21 |
| 3.5.9 Analisa Gugus Fungsi dengan FTIR | 21 |
| 3.6 Analisa Data | 22 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 23 |
| 4.1 Kadar Air <i>Crispy Rice</i> | 23 |
| 4.2 Kadar Abu <i>Crispy Rice</i> | 25 |
| 4.3 Kadar Protein <i>Crispy Rice</i> | 27 |
| 4.4 Kadar Lemak <i>Crispy Rice</i> | 30 |
| 4.5 Kadar Karbohidrat <i>Crispy Rice</i> | 32 |
| 4.6 Total Pati <i>Crispy Rice</i> | 34 |
| 4.7 Tingkat Kecernaan <i>Crispy Rice</i> Berdasarkan RDS, SDS SDS, RS | 37 |
| 4.8 Uji Efektivitas | 40 |
| 4.9 Karakterisasi Gugus Fungsi pada <i>Crispy Rice</i> Menggunakan FTIR (Fourier Transform Infrared) | 40 |
| BAB 5. PENUTUP | 43 |
| 5.1 Kesimpulan | 43 |
| 5.2 Saran | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA | 44 |
| LAMPIRAN | 51 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 4.1 Tingkat Kecernaan <i>crispy rice</i> berdasarkan RDS, SDS, dan RS pada Perlakuan dengan Perbandingan air dan bahan 1:2 dan 1:3 dengan teknik memasak <i>microwave</i> , <i>rice cooker</i> , presto | 37 |
| Tabel 4.2 Hasil uji efektivitas <i>crispy rice</i> | 40 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1 Bagian-bagian padi | 4 |
| Gambar 2.2 Perubahan Struktur Pati Selama Pengolahan <i>Crispy Rice</i> | 6 |
| Gambar 2.3 Mekanisme Pembentukan Pati Resisten | 11 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan <i>Crispy Rice</i> | 17 |
| Gambar 4.1 Kadar Air <i>crispy rice</i> pada perlakuan dengan perbandingan air dan bahan 1:2 (□) dan 1:3 (■) dengan teknik memasak <i>microwave</i> , <i>rice cooker</i> , dan presto | 23 |
| Gambar 4.2 Kadar Abu <i>crispy rice</i> pada perlakuan dengan perbandingan air dan bahan 1:2 (□) dan 1:3 (■) dengan teknik memasak <i>microwave rice cooker</i> , dan presto | 26 |
| Gambar 4.3 Kadar Abu <i>crispy rice</i> pada perlakuan variasi volume air 1:2 (□) dan 1:3 (■) | 26 |
| Gambar 4.4 Kadar Protein <i>crispy rice</i> pada perlakuan dengan perbandingan air dan bahan 1:2 (□) dan 1:3 (■) dengan teknik memasak <i>microwave</i> , <i>rice cooker</i> , dan presto | 27 |
| Gambar 4.5 Kadar lemak <i>crispy rice</i> pada perlakuan dengan perbandingan air dan bahan 1:2 (□) dan 1:3 (■) dengan teknik memasak <i>microwave</i> , <i>rice cooker</i> , dan presto | 30 |
| Gambar 4.6 Kadar karbohidrat <i>crispy rice</i> pada perlakuan dengan perbandingan air dan bahan 1:2 (□) dan 1:3 (■) dengan teknik memasak <i>microwave</i> , <i>rice cooker</i> , dan presto | 32 |
| Gambar 4.7 Total pati <i>crispy rice</i> pada perlakuan dengan perbandingan air dan bahan 1:2 (□) dan 1:3 (■) dengan teknik memasak <i>microwave</i> , <i>rice cooker</i> , dan presto | 35 |
| Gambar 4.8 Karakterisasi gugus fungsi <i>crispy rice</i> menggunakan metode <i>Microwave</i> dengan variasi volume air 1:3 | 41 |
| Gambar 4.9 Karakterisasi gugus fungsi <i>crispy rice</i> menggunakan metode <i>Rice cooker</i> dengan variasi volume air 1:3 | 41 |
| Gambar 4.10 Karakterisasi gugus fungsi <i>crispy rice</i> menggunakan metode <i>presto</i> dengan variasi volume air 1:3 | 42 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---------------------------------------------------------------|---------|
| A.1 Hasil Analisis Kadar Air <i>Crispy Rice</i> | 50 |
| A.2 Hasil Analisis Kadar Abu <i>Crispy Rice</i> | 51 |
| A.3 Hasil Analisis Kadar Protein <i>Crispy Rice</i> | 52 |
| A.4 Hasil Analisis Kadar Lemak <i>Crispy Rice</i> | 53 |
| A.5 Hasil Analisis Kadar Karbohidrat <i>Crispy Rice</i> | 54 |
| A.6 Hasil Analisis Total Pati <i>Crispy Rice</i> | 55 |
| A.7 Hasil Analisis Pati Resisten <i>Crispy Rice</i> | 56 |
| A.8 Hasil Analisis RDS <i>Crispy Rice</i> | 56 |
| A.9 Hasil Analisis SDS <i>Crispy Rice</i> | 56 |
| A.10 Hasil Analisis Uji Efektivitas | 58 |
| B.1 Lampiran Dokumentasi Pembuatan <i>Crispy Rice</i> | 60 |
| B.2 Lampiran Dokumentasi Pengujian <i>Crispy Rice</i> | 62 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu kegemaran masyarakat Indonesia yaitu mengkonsumsi camilan atau makanan ringan. Camilan biasanya dikonsumsi untuk menghilangkan rasa lapar sementara waktu. Jenis camilan yang sering dipilih yaitu makanan yang digoreng. Data Susenas modul konsumsi tahun 2009 menyebutkan bahwa makanan ringan yang digoreng merupakan salah satu jenis makanan yang dipilih oleh 51% rumah tangga di Indonesia. Salah satu makanan ringan yang digoreng yaitu *crispy rice*.

Crispy rice merupakan makanan ringan yang memiliki bentuk kompak dan tekstur yang renyah, biasanya banyak digunakan sebagai bahan pencampur berbagai olahan makanan seperti es krim, permen, cokelat, dan *foodbar*. Pada umumnya *crispy rice* diolah dari beras ketan putih (Widiada *et al.*, 2015). Beras ketan memiliki kandungan amilosa yang rendah (1-2%) namun memiliki kandungan amilopektin yang tinggi (Wahyuni dan Sitti, 2018). Bahan pangan dengan kandungan amilopektin yang tinggi memiliki tingkat kecernaan yang tinggi atau lebih mudah dicerna (Lovegrove *et al.*, 2017). Makanan yang mudah dicerna menjadi salah satu nilai negatif dari makanan yang tinggi karbohidrat karena dapat meningkatkan kadar gula darah dengan cepat (Afandi *et al.*, 2019). Alternatif yang dapat dilakukan yaitu mengganti jenis beras dengan beras yang mengandung tinggi amilosa. Salah satu jenis beras yang tinggi amilosa yaitu beras IR 66.

Beras IR 66 merupakan salah satu varietas beras dengan kadar amilosa tinggi yaitu sekitar 25% (Bambang *et al.*, 2009). Kadar amilosa berhubungan dengan tingkat kecernaan pati. Makanan dengan kadar amilosa yang tinggi akan lebih lambat dicerna (Lovegrove *et al.*, 2017). Kadar amilosa juga berpengaruh terhadap pembentukan pati yang tidak mudah dicerna atau pati resisten. Amilosa yang teretrogradasi merupakan jenis pati yang paling stabil karena rantai amilosa yang lurus mudah teretrogradasi dan membentuk polimer yang kompak dan sulit untuk dihidrolisis oleh enzim pencernaan (Hodsagi, 2011).

Variasi volume air dan proses pengolahan juga berpengaruh terhadap karakteristik kimia dan daya cerna terutama dalam peningkatan kandungan pati resisten. Air berperan penting dalam proses gelatinisasi, semakin banyak pati yang tergelatinisasi maka semakin banyak kesempatan pati untuk teretrogradasi sehingga akan banyak terbentuk pati tahan cerna atau pati resisten. Proses pengolahan dengan menggunakan *rice cooker* (Anugerahati *et al.*, 2015), pemanasan bertekanan menggunakan presto (Sugiyono *et al.*, 2009), dan teknologi gelombang mikro (radiasi) menggunakan *microwave* mempengaruhi proses gelatinisasi yang berpotensi dalam meningkatkan kandungan pati resisten (Cham dan Suwannaporn, 2010; Faridah *et al.*, 2013; dan Jiang *et al.*, 2011).

Pengolahan menggunakan *rice cooker* menggunakan suhu tinggi menyebabkan pati tergelatinisasi dengan sempurna yang cenderung lebih mudah teretrograsi (Anugerahati *et al.*, 2015). Adanya tekanan pada pengolahan menggunakan presto dapat mengubah karakteristik gelatinisasi pati yaitu meningkatkan suhu gelatinisasi pati, meningkatkan viskositas pasta pati, meningkatkan stabilitas pasta pati, dan meningkatkan kecenderungan pati untuk teretrogradasi (Sajilata *et al.*, 2006). Penggunaan gelombang mikro menggunakan *microwave* memberikan efek kavitasasi yang mampu memecah rantai polimer pati sehingga berpotensi mempercepat pembentukan pati resisten dan menurunkan kecepatan hidrolisis pati (Jiang *et al.*, 2011). Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai pembuatan *crispy rice* dengan teknik pengolahan yang berbeda yaitu menggunakan alat tanak (*microwave, rice cooker, presto*) dan variasi volume air sehingga diketahui pengaruh perbedaan pengolahan tersebut pada karakteristik kimia dan daya cerna *crispy rice*.

1.2 Rumusan Masalah

Crispy rice merupakan makanan ringan biasa diolah dari beras ketan putih dengan kandungan amilopektin tinggi. Makanan dengan kandungan amilopektin tinggi lebih mudah dicerna dan dapat meningkatkan kadar gula darah dengan cepat. Alternatif untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengganti beras ketan putih dengan beras tinggi amilosa yaitu IR-66. Beras dengan kandungan amilosa tinggi

lebih lambat dicerna. Amilosa juga berpengaruh terhadap pembentukan pati tahan cerna. Variasi volume air dan proses pengolahan juga berpengaruh terhadap kandungan kimia dan daya cerna *crispy rice*. Selama ini belum diketahui variasi volume air dan alat tanak yang tepat dalam pengolahan *crispy rice* untuk menghasilkan karakteristik kimia dan daya cerna yang baik sehingga diperlukan penelitian mengenai pengaruh variasi volume air dan alat tanak. Penambahan air berperan dalam proses gelatinisasi yang memberikan kesempatan pati untuk teretrogradasi sehingga akan terbentuk pati yang tahan cerna. Penggunaan *microwave*, *rice cooker*, dan presto dengan kerja alat yang berbeda diharapkan dapat menghasilkan *crispy rice* dengan karakteristik kimia yang baik dan daya cerna yang rendah. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai pengaruh variasi volume air dan perbedaan alat tanak terhadap karakteristik kimia dan daya cerna *crispy rice*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan alat penanak dan volume air terhadap kandungan kimia *crispy rice* yang meliputi kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat, dan daya cerna pati (RDS, SDS, RS).

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh perbedaan variasi volume air dan alat tanak (*microwave*, *rice cooker*, dan presto) terhadap kandungan kimia dan daya cerna *crispy rice*.
2. Mengetahui perlakuan terbaik pengolahan *crispy rice*.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menghasilkan teknologi pembuatan *crispy rice* baru.
2. Menghasilkan makanan ringan yang dapat memberikan efek baik bagi tubuh.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beras

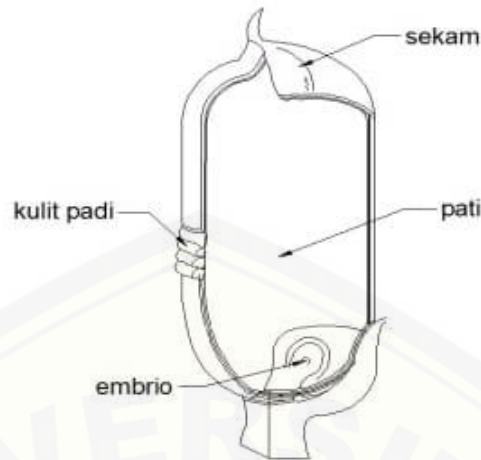
Beras (*Oryza sativa*) adalah hasil dari penyosohan atau penggilingan gabah untuk menghilangkan bagian kulit atau sekam gabah menggunakan alat pengupas, penggiling (*huller*), serta alat penyosoh (*polisher*). Gabah yang telah terkupas bagian kulitnya disebut dengan beras pecah kulit yang memiliki warna sedikit coklat. Beras pecah kulit yang bagian kulit arinya telah terpisahkan disebut dengan beras giling yang memiliki warna lebih putih dibandingkan dengan beras pecah kulit. Tingkat penyosohnya berpengaruh terhadap derajat putih beras, namun semakin banyak kandungan gizi yang bermanfaat bagi tubuh yang hilang (Koswara, 2009). Menurut Tjitrosoepomo (2004), klasifikasi tanaman padi adalah sebagai berikut :

| | |
|-------------|--------------------------|
| Regnum | : Plantae |
| Divisio | : Spermatophyta |
| Sub Divisio | : Angiospermae |
| Kelas | : Monocotyledoneae |
| Ordo | : Poales |
| Familia | : Graminae |
| Genus | : <i>Oryza</i> |
| Species | : <i>Oryza sativa</i> L. |

Beras terdiri dari beberapa bagian diantaranya yaitu

- Aleuron, Merupakan lapisan terluar dari beras yang sering kali ikut terbuang saat proses pemisahan kulit. Aleuron sebesar 4-6% dari total berat beras.
- Endosperma, Merupakan bagian beras yang banyak mengandung pati. Besarnya 80-85% dari total berat beras.
- Embrio, Merupakan calon tanaman baru. Didalam beras embrio tidak dapat tumbuh lagi kecuali dengan bantuan teknik kultur jaringan.

Menurut Jati, 2010 beras merupakan bagian biji padi yang terdiri dari beberapa bagian dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bagian-bagian padi (Haryadi, 2006)

Beras dapat digolongkan menjadi beberapa tipe. Berdasarkan ukurannya beras digolongkan dalam empat tipe ukuran beras, yaitu sangat panjang (lebih dari 7 mm), panjang (6-7 mm), sedang (5,0-5,9 mm), dan pendek (kurang dari 5 mm). Berdasarkan bentuknya beras juga digolongkan ke dalam empat tipe, yaitu lonjong (lebih dari 3), sedang (4-3), agak bulat (2-2,39), dan bulat (kurang dari 2) (Koswara, 2009).

Beras dikenal sebagai sumber karbohidrat karena komposisi kimia terbesar yang terkandung dalam beras adalah karbohidrat, yaitu sebesar 70-80%. Menurut USDA (2018_a), dalam 100 g beras mengandung 360 kkal energi; 6,61 g protein; 0,58 g lemak dan 79,34 g karbohidrat. Beras sebagian besar komponen karbohidratnya berupa pati, yaitu karbohidrat kompleks yang tidak larut air, berbentuk bubuk putih dan tidak berbau (Jati, 2010). Menurut Sertiato (2015) beras mengandung total pati sebesar 86,7% yang terdiri dari 4,72% merupakan pati resisten dan 82,04% merupakan non pati resisten. Pati beras terbentuk oleh dua komponen yaitu amilosa dan amilopektin. Kandungan amilosa dan amilopektin pada beras berpengaruh terhadap tekstur nasi. Menurut Septaningrum *et al.* (2016) beras mengandung amilosa rendah memiliki karakteristik nasi yang lebih keras biasanya disebut dengan nasi pera, sedangkan beras yang mengandung amilosa rendah memiliki karakteristik nasi yang bertekstur lunak yang biasanya disebut nasi pulen. Selain itu kandungan amilosa juga mempengaruhi sifat pemekaran volume. Semakin tinggi kandungan amilosanya maka daya kembang nasi semakin tinggi,

namun nasi cepat keras bila dingin, begitupun sebaliknya beras dengan kandungan amilosa rendah memiliki daya kembang yang rendah, tidak keras ketika dingin, dan lebih lengket (Koswara, 2009).

Berdasarkan kandungan amilosanya, beras dibedakan menjadi 4 golongan yaitu beras beramilosa tinggi (25-33%), beras beramilosa sedang (20-25%), beras beramilosa rendah (9-20%), dan beras beramilosa sangat rendah (2-9%) (Koswara, 2009 dan Luna *et al.*, 2015). Pati yang mengandung amilosa lebih banyak, mempunyai struktur yang lebih kristalin yang disebabkan oleh intensifnya ikatan hidrogen sehingga amilosa sulit tergelatinisasi dan sulit dicerna. Selain itu amilosa juga mudah bergabung dan mengkristal sehingga mudah mengalami retrogradasi yang bersifat sulit dicerna (Septianingrum *et al.*, 2016). Kandungan amilosa sering digunakan untuk memprediksi tingkat pencernaan pati. Menurut Frei (2003), Kandungan amilosa yang tinggi memberikan nilai pencernaan dan skor glikemik yang lebih rendah diantara yang lainnya. Salah satu beras dengan kadar amilosa tinggi yaitu IR 66. Beras varietas IR 66 merupakan beras yang memiliki kadar amilosa tinggi yaitu sekitar 25% (Bambang *et al.*, 2009).

2.2 Crispy Rice

Crispy rice merupakan makanan ringan terbuat dari beras yang memiliki bentuk yang kompak dan tekstur renyah (Santosa *et al.*, 1998). Di berbagai negara *Crispy rice* biasa dikonsumsi sebagai sereal yang dicampur dengan susu untuk sarapan (Villareal dan Juliano, 1987). Pembuatan *Crispy rice* menggunakan beberapa teknik diantaranya yaitu pemanggangan dengan pasir, menggoreng dengan minyak, menggunakan udara panas, dan *puffing*. Setiap teknik pengolahan memiliki kelemahan masing-masing. Teknik pemanggangan dengan pasir beresiko terbakar. Pengolahan dengan penggunaan uap panas cenderung terjadi pengembunan. Penggunaan teknik *puffing* akan menghasilkan *crispy rice* memiliki tingkat kerenyahan berbeda dan bentuk yang tidak seragam. Pengolahan *crispy rice* dengan penggorengan dalam minyak lebih efektif menghasilkan *crispy rice* yang kerenyahannya berbeda (Hoke *et al.*, 2005). Pada dasarnya *crispy rice* merupakan hasil dari pengembangan granula pati beras. Granula pati dapat membengkak dan

tidak dapat kembali ke bentuk semula sebagai akibat dari proses gelatinisasi (Jati, 2010). Pati pada bahan akan membengkak jika granula pati berada pada suhu 60-70 °C. Beras dapat mengembang hingga 10-15 kali dari ukuran semula dengan teknik *puffing* (Battacharya, 1979).

2.3 Perubahan Komposisi Kimia yang Terjadi Selama Pengolahan *Crispy Rice*

Sebagian besar komponen karbohidrat pada beras berupa pati, yaitu karbohidrat kompleks yang tidak larut air, berbentuk bubuk putih dan tidak berbau (Jati, 2010). Pati tersusun atas homopolimer glukosa dengan ikatan glikosidik yang tersusun dari dua fraksi yaitu amilosa dan amilopektin (Lehninger, 1994). Pada umumnya pati tersusun atas 17-21% amilosa yang terdiri dari satuan glukosa yang dihubungkan dengan ikatan α -(1-4) D-glukosa dan amilopektin merupakan komponen dari pati yang memiliki rantai cabang yang terdiri dari satuan glukosa yang dihubungkan dengan ikatan α -(1-6) D-glukosa (Kusnandar *et al.*, 2011).

Pati apabila melalui proses pemanasan akan mengalami perubahan struktur kimia. Perubahan tersebut diantaranya akan menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi pati. Gelatinisasi pati merupakan proses yang terjadi ketika pati dipanaskan pada media air dan granula pati akan mengalami pembengkakan (Visser, *et al.*, 2007). Granula-granula pati akan menyerap air lalu mengembang dan menyebabkan kerusakan pada kristalin tanpa bisa kembali pada kondisi semula (irreversible). Naiknya suhu pemanasan akan meningkatkan pembengkakan granula pati (Amin, 2013). Saat pati dipanaskan, dalam kondisi tersedia cukup air struktur kristalin molekul-molekul dalam granula pati rusak dan molekul air membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil amilosa dan amilopektin yang dapat meningkatkan pengembangan granula pati (Ediati, *et al.*, 2006).

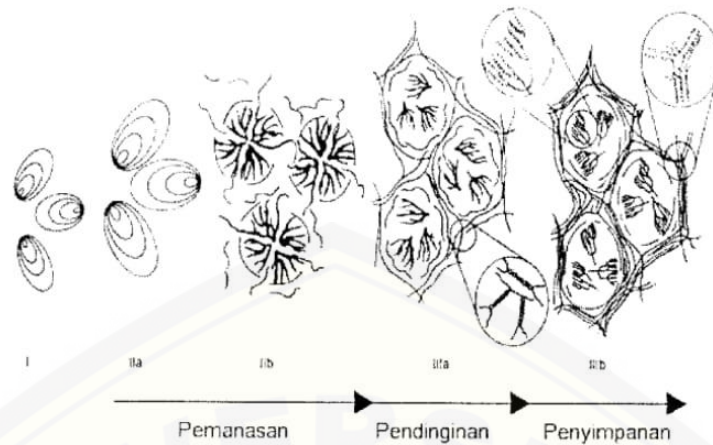
Mekanisme terjadinya gel dapat dibagi menjadi tiga tahapan yaitu Granula pati tersusun dari amilosa (berpilin) dan amilopektin (bercabang) dengan adanya cukup air dan pemanasan. Granula pati mulai berinteraksi dengan molekul air dan dengan peningkatan suhu suspensi terjadilah pemutusan sebagian besar ikatan intermolekul pada kristal amilosa. Masuknya air merusak kristalinitas amilosa dan merusak helix. Granula membengkak/mengembang. Adanya panas dan air

menyebabkan pembengkakan tinggi. Amilosa berdifusi keluar dari granula sebagai akibat dari meningkatnya suhu panas dan air yang berlebihan, hal ini menyebabkan granula mengembang lebih lanjut. Granula hanya mengandung amilopektin, rusak dan terperangkap dalam matriks amilosa membentuk gel (Harper, 1981).

Granula pati dengan kadar amilosa yang lebih tinggi dapat membentuk gel yang lebih kukuh dengan pengembangan sedang sehingga tetap dalam susunan yang teratur (Singh, *et al.*, 2005). Ketika terjadi gelatinisasi pati, amilosa dalam bentuk amorf yang saling berikatan dengan amilosa dan air dihubungkan dengan ikatan hidrogen membentuk struktur yang teratur namun lebih mudah melepaskan air kembali. Sedangkan amilopektin ketika terjadi gelatinisasi cenderung lebih mengembang, namun gel yang terbentuk tidak kukuh sehingga saat air diuapkan kembali terjadi pengerutan dan hanya membentuk sedikit rongga-rongga udara (Ediati, *et al.*, 2006).

Pati yang telah tergelatinisasi, ketika didinginkan akan mengalami proses retrogradasi. Retrogradasi merupakan perubahan yang terjadi pada pati tergelatinisasi pada saat dilakukan pendinginan. Selama terjadinya retrogradasi pati akan mengalami rekristalisasi yang bersifat *reversible* pada amilopektin dan bersifat *irreversible* pada amilosa (Septianingrum *et al.*, 2016). Retrogradasi mampu menyebabkan perubahan sifat gel pati yaitu meningkatkan ketahanan pati terhadap hidrolisis enzim amilolitik, menurunkan kemampuan transmisi cahaya, dan kehilangan kemampuan membentuk kompleks berwarna biru dan iodin (Ratnayake, 2002). Perubahan struktur pati selama pengolahan dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Penggorengan dapat menyebabkan air yang terikat di dalam granula pati yang membengkak akan terlepas. Air yang terlepas ini awalnya akan menjadi uap sebagai akibat meningkatnya suhu pemanasan dan air mendesak pati agar keluar dari granulannya sehingga terjadi pengosongan dan membentuk kantung-kantung udara atau pori-pori sehingga menyebabkan bahan pangan menjadi renyah (Rossana, 2013). Selama penggorengan akan terjadi gelatinisasi sempurna sehingga amilosa maupun amilopektin tidak lagi berada dalam bentuk kristalnya (Ediati, *et al.*, 2006).



Gambar 2.2 Perubahan struktur pati selama pengolahan (Srichuwong, 2006)

2.4 Pati Resisten

Pati resisten merupakan salah satu jenis pati yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim amilase di dalam saluran pencernaan manusia namun akan difermentasi menjadi asam lemak rantai pendek oleh mikroflora usus sehingga dapat memberikan manfaat terhadap kesehatan tubuh (Sajilata et al., 2006). Menurut Setiarto (2015), Berdasarkan asal dan proses pembuatannya, pati resisten digolongkan menjadi 5 kelompok yaitu :

a. Pati resisten tipe 1

Pati resisten tipe 1 yaitu tipe resisten yang secara alamiah dan secara fisik terperangkap atau ada pada tanaman yang tinggi akan pati, namun jumlahnya dapat berkurang karena adanya proses pengolahan. Pati resisten tipe 1 terdapat pada biji-bijian dan sereal yang tidak dilakukan pengolahan.

b. Pati resisten tipe 2

Pati resisten tipe 2 merupakan pati resisten yang secara alami sangat resisten terhadap enzim amilase yang ada pada saluran pencernaan. Hal ini disebabkan karena granula patinya berbentuk kristalin B. Pati resisten tipe 2 terdapat pada pisang dan kentang yang masih mentah, serta pati jagung yang tinggi amilosa.

c. Pati resisten tipe 3

Pati resisten tipe 3 merupakan pati resisten yang terbentuk akibat adanya retrogradasi pati setelah pati mengalami gelatinisasi. Pati resisten tipe 3 terdapat pada kentang masak, emping jagung, roti, pangan dengan pemasakan ulang.

d. Pati resisten tipe 4

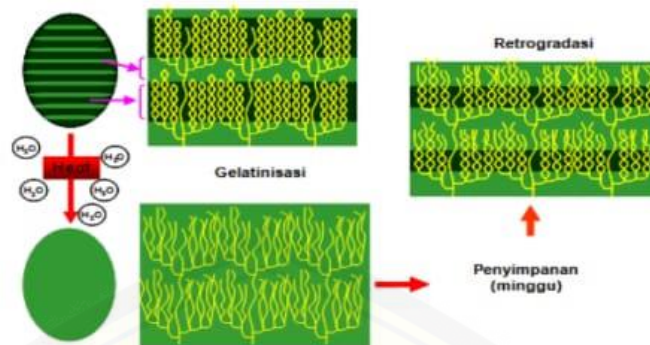
Pati resisten tipe 4 merupakan pati yang termodifikasi secara kimia seperti pati ester atau pati ikatan silang sehingga pati menjadi sulit untuk dicerna. Pembentukan pati resisten tipe 4 ini dapat dilakukan dengan proses oksidasi, esterifikasi, penyinaran sinar- γ .

e. Pati resisten tipe 5

Pati resisten tipe 5 merupakan pati resisten yang terbentuk ketika pati berinteraksi dengan lipida sehingga membentuk kompleks helix tunggal dengan asam lemak dan lemak alkohol. Rantai linear pati dengan asam lemak dalam rongga helix sehingga pati akan saling mengikat dan sulit untuk dihidrolisis oleh enzim amilase.

Pembentukan pati resisten dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu karakteristik pati, proses pengolahan, dan interaksi antar komponen. Karakteristik dari pati yang dapat mempengaruhi pembentukan pati yaitu kristalinitas pati, struktur granula pati, rasio antara amilosa dengan amilopektin, panjang pendeknya rantai amilosa, dan kemampuan amilosa mengalami retrogradasi (Sajilata et al., 2006). Menurut Marsono (1998) pembentukan pati dipengaruhi oleh kandungan air bahan, pH, suhu pemanasan, jumlah pengulangan pemanasan dan pendinginan, pembekuan dan pengeringan.

Peningkatan pati resisten disebabkan karena terjadinya proses retrogradasi pati. Pada saat terjadi retrogradasi molekul pati yang berupa amilosa dan amilopektin saling berikatan kembali membentuk *double helix* sehingga terbentuk struktur yang rapat dan stabil yang dihubungkan dengan ikatan hydrogen (Sajilata, et al., 2006). Pati yang mengandung banyak amilosa memiliki kemampuan mengkristal yang lebih besar dikarenakan lebih intensifnya ikatan hidrogen (Setiarto, et al., 2018). Mekanisme pembentukan pati resisten dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Mekanisme Pembentukan Pati Resisten (Sajilata *et al.*, 2006)

Terdapat beberapa metode untuk meningkatkan kandungan pati resisten pada bahan, diantaranya yaitu dengan perlakuan fisik. Peningkatan pati resisten dengan perlakuan fisik dapat dilakukan dengan HMT, *annealing*, *autoclaving* dan pendinginan, ekstruksi, dan tekanan hidrostatis tinggi. Peningkatan kandungan pati resisten dapat dilakukan dengan enzimatis dengan menggunakan enzim. Selain itu dapat juga dilakukan dengan modifikasi kimia. Peningkatan kandungan pati resisten dengan modifikasi kimia dapat dilakukan dengan perlakuan asam, fosforilasi, karboksimetilasi, oksidasi, hidroksipropilasi, asetilasi, perlakuan dengan asam sitrat dan penyinaran dengan sinar γ (Setiarto *et al.*, 2015).

2.5 Teknik Pengolahan Beras (*Microwave*, *Rice Cooker*, dan *Presto*)

2.5.1 *Microwave*

Penggunaan energi gelombang mikro pada *microwave* termasuk mekanisme perpindahan panas secara radiasi (Soesanto, 2007). Radiasi merupakan perpindahan panas dari suatu benda ke benda lainnya, tanpa adanya kontak fisik, melalui gerakan gelombang. Menurut Taylor (2005), mekanisme dasar dari pemanasan gelombang mikro disebabkan adanya agitasi molekul-molekul polar atau ion-ion yang bergerak (*oscillate*) karena adanya gerakan medan magnetik atau elektrik. Adanya gerakan medan magnetik dan elektrik menyebabkan partikel-partikel mencoba untuk berorientasi atau mensejajarkan dengan medan tersebut. Pergerakan partikel-partikel tersebut dibatasi oleh gaya pembatas (interaksi partikel dan ketahanan dielektrik). Hal ini menyebabkan gerakan partikel tertahan dan membangkitkan

gerakan acak sehingga menghasilkan panas sehingga proses berjalan lebih cepat.

Proses memasak nasi menggunakan metode *microwave* (Daomukda, 2011) yang telah dimodifikasi terdiri dari pembersihan beras dari benda asing dan kotoran, Pencucian beras dengan air bersih (dua kali) dan ditiriskan lalu ditempatkan dalam mangkuk kaca dan air ditambahkan sebanyak 750 mL. Kemudian, beras dipanaskan sampai semua air menghilang. Penggunaan gelombang mikro dapat mengakibatkan menurunnya kadar pati karena adanya panas yang tinggi dan waktu yang lama yang menyebabkan terbukanya granula pati, pemutusan ikatan hydrogen antara amilosa-amilosa, amilosa-amilopektin. Ikatan tersebut digantikan oleh ikatan hidrogen dengan air yang menyebabkan terlepasnya amilosa keluar granula dan terjadi penurunan kadar pati (Tanak, 2016). Kurniawan *et al.*, (2015) menyatakan bahwa adanya pemanasan yang tinggi pati akan tergelatinisasi sehingga akan semakin banyak pati yang rusak dan terjadi penurunan kadar pati.

2.5.2 Rice Cooker

Rice cooker merupakan alat penanak nasi yang banyak digunakan dan memiliki fungsi yaitu praktis, menghemat waktu, serta dapat digunakan sebagai alat penanak nasi serta *mode magic jar* (menjaga nasi tetap hangat). Sistem kerja pada *rice cooker* itu menggunakan sistem perpindahan panas jenis konduksi dan konveksi. Prinsip kerja *rice cooker* yaitu sensor panas disusun paralel dengan bimetal. Pada kondisi memasak, saklar *cooking* akan menghubungkan arus listrik ke elemen pemanas, sehingga proses penanakan nasi berlangsung. Apabila nasi sudah masak, maka saklar *cooking* akan membuka. Bersama dengan itu, tuas bergerak turun memutuskan arus listrik yang melalui saklar *cooking* (proses *cooking* selesai). Pada kondisi ini proses warming berlangsung yaitu adanya bimetal/termostat yang bekerja memutus dan menghubungkan arus listrik secara periodik ke elemen pemanas (Ruslan, 2007). Penggunaan *rice cooker* pada proses penanakan akan menyebabkan pati beras tergelatinisasi. Priyanto (2015) melaporkan penggunaan *rice cooker* dapat menghasilkan nasi yang mudah lengket dan berkerak jika penambahan air dan lama waktu penyimpanan tidak tepat. Menurut Toothman (2008) proses pengolahan nasi dalam *rice cooker* terjadi dalam

empat tahap yaitu penambahan air, pendidihan (boiling), penyerapan air (absorbing water), dan pendiaman (resting).

2.5.3 Presto

Presto merupakan sebuah peralatan memasak yang dapat membuat masakan menjadi lebih cepat matang. Menurut Cahyo (2008), perebusan menggunakan presto dilakukan dengan menggunakan tekanan tinggi sehingga tulang-tulang kecil seperti pada ikan bandeng dapat menjadi lunak dan bisa dikonsumsi. Suhu yang dapat dicapai oleh panci presto umumnya 115 hingga 120°C dengan tekanan 1 sampai 2 atmosfer (Istanto, *et al.*, 2014). Tekanan tinggi ini berasal dari akumulasi uap panas karena bekerja pada sistem tertutup. Bentuk panci yang tertutup, maka tekanan air dalam panci akan naik dan temperaturnya juga naik, sehingga bahan makanan yang kita letakkan dalam panci presto akan lebih cepat empuk dan tulang-tulangnya menjadi lebih lunak. Presto yang menggunakan sistem panas bertekanan dengan tekanan 80 Kpa yang dapat menghasilkan nasi dalam waktu yang cepat. Menurut Deliani (2004), penggunaan presto dalam pemasakan nasi dapat menghasilkan nasi dengan tekstur kenyal tetapi mudah berkerak. Hal ini dikarenakan adanya tekanan pada presto yang mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu.

Penanakan nasi dengan menggunakan presto membutuhkan waktu pemasakan yang lebih singkat, yaitu sekitar 30 menit. Selain lebih cepat, penggunaan panci presto memungkinkan panas yang merata dan stabil. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa panci presto menyebabkan kehilangan nutrisi yang lebih sedikit, organoleptik yang lebih disukai dan manfaat sanitasi yang lebih baik (Rocca-Poliméni *et al.*, 2011). Proses penanakan nasi dengan menggunakan presto dimulai dengan beras (250 g) dibersihkan dari benda asing dan kotoran. Kedua, beras dicuci dengan air bersih (dua kali) dan ditiriskan dan dimasukkan ke dalam panci presto. Kemudian, 500 mL air ditambahkan. Kompor dinyalakan dengan api besar hingga panci presto berbunyi dan uap keluar. Kemudian api kompor dikecilkan dan dilanjutkan memasak selama 30 menit. Setelah itu, api kompor dimatikan dan dibiarkan selama 10 hingga 15 menit agar katup pengaman dan suhunya turun, kemudian tutup panci dibuka kemudian nasi diangkat.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia Biokimia Hasil Pertanian, Studio Kewirausahaan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, dan Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Agustus hingga Desember 2019.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu neraca analitik (Ohaus USA), *microwave* (Panasonic), *rice cooker* (Miyako), presto (Maxim), loyang, mangkok, centong, kompor (Rinai). Alat yang digunakan untuk uji proksimat dan daya cerna yaitu oven, tanur, desikator, sokhlet, labu kjeldahl, vorteks (IKA Genius 3), pH-meter, inkubator, labu lemak, hot plate, spektrofotometer (Thermo Scientific Genesys 10S UV-VIS, China), kuvet, alat-alat gelas.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu beras varietas IR 66 yang dibeli di CV. Bintang Mulia Wirolegi Jember dan air, minyak goreng. Bahan yang digunakan untuk uji proksimat dan daya cerna yaitu aquades, kertas saring, benang kasar, heksan, 12 g enzim pankreatin (Sigma, Cat. No. P7545), HCl, 0,138 ml enzim amiloglukosidase (Sigma Cat. No. A7095), larutan DNS, Nelson A, Nelson B, Buffer asetat 0,1 M pH 5,2, NaOH, reagen arsenomolybdat, selenium, H₂SO₄.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial; dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu alat tanak dan faktor yang kedua yaitu variasi volume air. Faktor jenis alat tanak terdiri dari 3 taraf yaitu *microwave*, *rice cooker* dan presto, sedangkan variasi volume air yang digunakan dengan

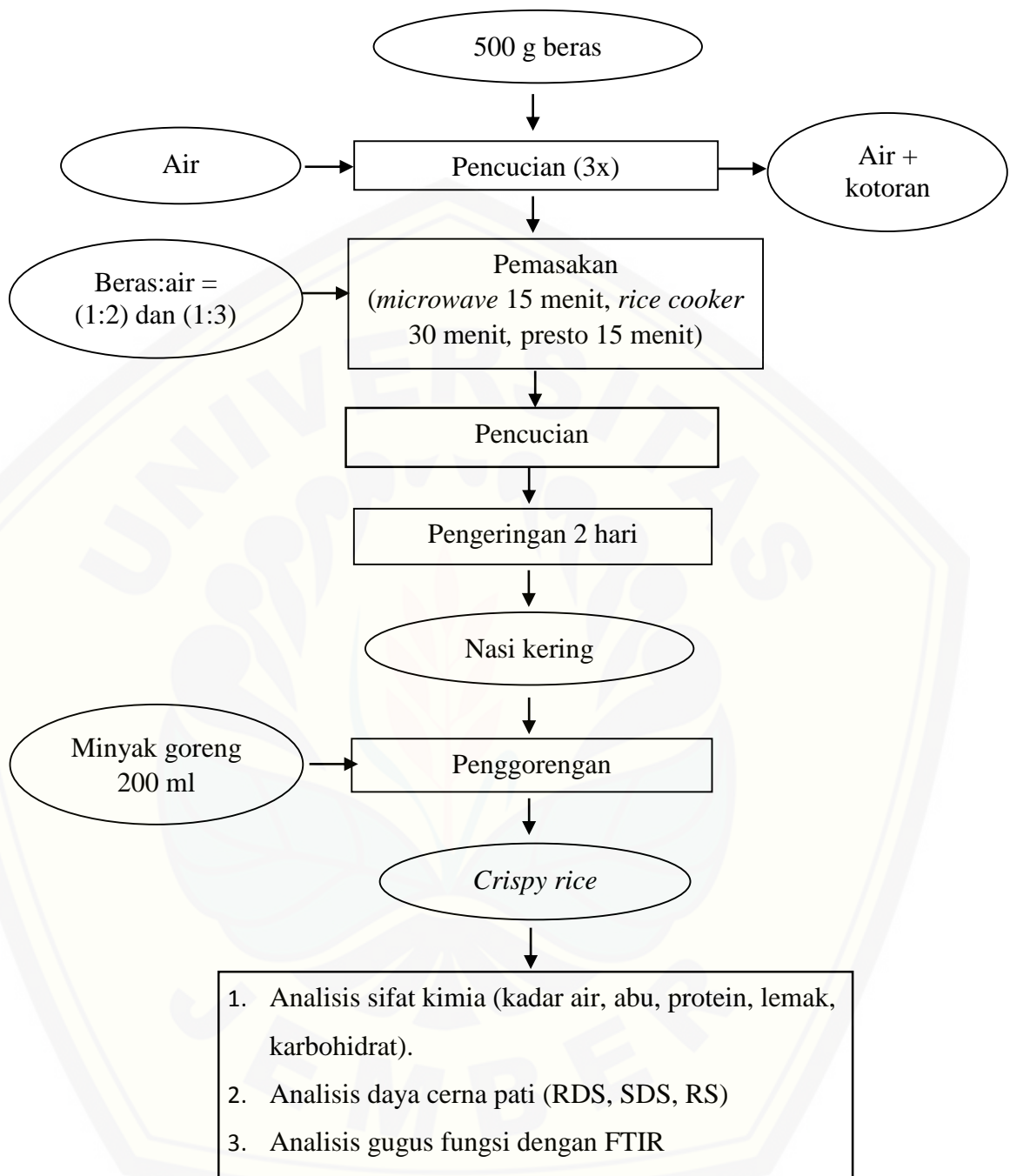
perbandingan beras dan air yaitu 1:2 (b/v) dan 1:3 (b/v). Kombinasi yang didapatkan masing-masing diulang sebanyak 2 kali.

3.3.2 Tahapan Penelitian

Proses pembuatan *crispy rice* diproses melalui 5 tahap yaitu pencucian, penanakan nasi, pencucian nasi, pengeringan, dan penggorengan. Beras yang digunakan pada penelitian ini yaitu beras varietas IR 66 sebanyak 500 g. Beras dilakukan pencucian dengan air mengalir sebanyak 3x yang bertujuan untuk membersihkan kotoran yang melekat pada beras. Kemudian beras dilakukan penanakan dengan menggunakan 3 jenis alat yang berbeda yaitu *microwave*, *rice cooker*, dan presto. Beras yang sudah dicuci, ditambahkan air dengan dua variasi volume air dengan perbandingan beras dan air 1:2 (b/v) dan 1:3 (b/v). Penanakan beras menggunakan *microwave*, *rice cooker*, dan presto hingga beras menjadi nasi yaitu 25 menit menggunakan *microwave*, 30 menit menggunakan *rice cooker*, dan 15 menit menggunakan presto. Kemudian dilakukan pencucian agar nasi saling memisah. Selanjutnya dilakukan penjemuran dengan menggunakan sinar matahari selama 2 hari. Nasi yang sudah dikeringkan kemudian digoreng dengan menggunakan minyak goreng hingga mengembang. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.

3.4 Parameter Pengamatan

Penelitian ini menggunakan 8 parameter. Parameter pertama yaitu uji kadar air yang mengacu pada AOAC, 1995 dengan metode gravimetri. Parameter kedua yaitu uji kadar abu yang mengacu pada AOAC, 1995 dengan metode gravimetric dengan menggunakan tanur. Parameter ketiga yaitu uji kadar protein yang mengacu pada AOAC, 1995 dengan metode semi mikro-kjeldahl. Parameter keempat yaitu uji kadar lemak yang mengacu pada AOAC, 1995 dengan metode sokhlet. Parameter kelima yaitu uji kadar kebohidrat dengan metode by difference. Parameter keenam yaitu Kadar Pati (Sudarmadji *et al.*, 1997). Parameter ketujuh daya cerna pati (RDS, SDS, dan RS) (Englyst *et al.*, 1992) dan uji gugus fungsi dengan menggunakan FTIR.



Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan *crispy rice*

3.5 Prosedur Pengamatan

3.5.1 Kadar Air (AOAC, 2005)

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Tahap pertama yaitu botol timbang yang akan digunakan dikeringkan dalam oven

selama 30 menit pada suhu 100-105°C. dan didinginkan dalam eksikator 15 menit, kemudian ditimbang (a (g)). Sampel yang sudah dihaluskan dan dihomogenkan sebanyak 2 g di masukkan kedalam botol timbang dan ditimbang beratnya (b (g)). Kemudian botol timbang beserta isinya dilakukan pengovenan pada suhu 100-105° C selama 24 jam. Setelah itu didinginkan dalam eksikator selama 30 menit dan ditimbang beratnya (c (g)). Perlakuan ini diulang hingga diperoleh berat konstan. Kadar air dalam bahan ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Botol Timbang (g)

b = Berat bahan awal + botol timbang (g)

c = Berat bahan setelah dioven + botol timbang (g)

3.5.2 Kadar Abu (AOAC, 2005)

Analisis kadar abu dilakukan dengan cara mengoven cawan porselen terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu 100° -105° C, kemudian mendinginkan dalam eksikator dan menimbang berat awal (a (g)). Menimbang sampel sebanyak 2 g dalam cawan yang sudah dikeringkan (b (g)), kemudian membakar sampel didalam tanur bersuhu 500-600° C sampai pengabuan sempurna (\pm 4 jam). Sampel yang sudah diabukan kemudian didinginkan dalam eksikator dan menimbang (c (g)). Menghitung kadar abu dengan rumus:

$$\text{Kadar abu} = \frac{c-a}{b-a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Bobot cawan porselen kosong (g)

b = bobot cawan + sampel (g)

c = Berat bahan setelah dioven + cawan (g)

3.5.3 Kadar Protein

Analisis kadar protein dilakukan dengan metode kjeldahl (AOAC, 2005). Sampel ditimbang sebanyak 0,5 g, dimasukkan ke dalam labu kjeldahl. Ditambahkan 9 g katalis selenium dan 15 ml H₂SO₄ pekat, kemudian di dekstruksi sampai larutan menjadi hijau jernih dan SO₂ hilang. Larutan dibiarkan dingin

kemudian dimasukkan ke dalam alat destilasi, ditambahkan dengan 5-10 ml NaOH 30-33% dan dilakukan destilasi. Destilat ditampung dalam larutan 10 ml borat 3% dan beberapa tetes indikator kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,1 N sampai larutan berubah warna menjadi biru keunguan. Prosedur ini dilakukan juga untuk larutan blanko. Penentuan kadar protein dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{(a-b) \times N \text{ HCl} \times 14,007}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar protein (\%)} = \text{Kadar N (\%)} \times 6,25$$

3.5.4 Kadar Lemak

Analisis kadar lemak dilakukan dengan metode soxhlet (AOAC, 2005). Prinsipnya adalah ekstraksi lemak yang terdapat dalam sampel menggunakan pelarut non polar. Labu lemak yang hendak digunakan dioven selama 30 menit pada suhu 100°-105° C, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang sebagai A. Sampel *crispy rice* dihancurkan kemudian ditimbang sebanyak 2 g, lalu dibungkus dengan kertas saring dan dimasukkan dalam soxhlet yang telah dihubungkan dengan labu lemak. Pelarut Heksan dituangkan hingga sampel terendam dan dilakukan ekstraksi selama 5-6 jam atau hingga pelarut yang turun ke labu lemak berwarna jernih. Sisa pelarut dalam labu lemak diuapkan dalam oven pada suhu 105° C selama 1 jam, kemudian labu berisi lemak ditimbang sebagai C. Penimbangan labu lemak diulangi hingga diperoleh berat konstan. Penurunan kadar lemak dihitung dengan rumus sebagai berikut.

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

Keterangan :

A = berat labu kosong (g)

B = berat sampel (g)

C = berat labu dan lemak hasil ekstraksi (g)

3.5.5 Kadar Karbohidrat *by difference*

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

$$\text{Kadar karbohidrat (\%)} = 100 \% - (\text{kadar air} + \text{kadar abu} + \text{kadar protein} + \text{kadar}$$

lemak + kadar serat kasar)

3.5.6 Kadar Pati (Sudarmadji *et al.*, 1997)

a. Pembuatan kurva standar

Larutan glukosa 0,1% dibuat dengan glukosa sebanyak 1 mg dilarutkan dalam 100 ml aquades, setelah itu distirrer sampai larut. Selanjutnya dilakukan pengambilan larutan glukosa sebanyak 10, 50, 75, 100 dan 150 μ l. Kemudian ke dalam 5 tabung reaksi dan satu tabung reaksi diisi dengan aquades sebagai blanko. Lalu ditambahkan masing-masing tabung tersebut dengan 1 ml reagen nelson dan dipanaskan dalam air mendidih selama 20 menit. Setelah dingin, filtrat ditambahkan 1 ml arsenomolibdat kemudian ditera 10 ml. Larutan yang terbentuk kemudian divortex dan diukur intensitas warnanya dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Konsentrasi glukosa standar ditunjukkan dengan kurva standar.

b. Penentuan kadar pati pada sampel

Analisis kadar pati ditentukan memakai metode Nelson Somogyi. Prosedurnya adalah sebagai berikut: sebanyak 2 g sampel dimasukkan ke dalam *beaker glass* ditambahkan 50 ml aquades dan di stirrer selama 1 jam. Suspensi disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades sampai volume filtrat 250 ml. Residu pada kertas saring dicuci 5 kali dengan 10 ml dietil eter untuk menghilangkan, biarkan dietil eter meguap dari residu, kemudian cuci lagi dengan 150 ml alkohol 10% untuk membebaskan lebih lanjut karbohidrat terlarut. Residu dipindahkan dari kertas saring ke dalam Erlenmeyer yang lain dengan pencucian 200 ml aquades dan ditambahkan 20 ml HCL 25%. Tutup dengan pendingin balik dan panaskan di atas penangas air mendidih selama 2,5 jam. Setelah dingin, larutan yang terbentuk dinetralkan dengan larutan NaOH 45% dan diencerkan sampai volume 250 ml. Penentuan kadar pati dinyatakan sebagai glukosa dan filtrat yang diperoleh. Penentuan glukosa dilakukan dengan cara mengambil 100 μ l filtrat dan dimasukkan dalam tabung reaksi. Filtrat ditambah 1 ml reagen nelson dan dipanaskan dalam air mendidih selama 20 menit, setelah dingin, filtrat ditambahkan 1 ml arsenomolybdat kemudian ditera sampai 10 ml. Larutan yang terbentuk kemudian di vortex dan di ukur intensitas warnanya dengan alat spektrofotometer

dengan panjang gelombang 540 nm. Berat pati diperoleh dengan mengalikan berat glukosa dengan faktor pengali 0,9.

$$\text{Kadar pati} = \frac{a \times \text{fp } 0,9}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

a: jumlah glukosa anhidrat dari kurva standar (g)

b: Berat sampel (g)

FP: Faktor pengenceran

3.5.7 Analisis Daya Cerna Pati (RDS, SDS, dan RS) (Englyst *et al.*, 1992)

Sampel sebanyak 2 gram ditempatkan dalam tabung reaksi dan ditambah 20 mL buffer sodium asetat (0,1 M pH 5,2), selanjutnya dididihkan dalam penangas air selama 30 menit. Sampel didinginkan dan ditambah 5 ml larutan enzim yang mengandung pankreatin dan amiloglukosidase. Larutan enzim disiapkan dengan cara mensuspensikan 3,0 g pankreatin (Sigma, Cat. No. P7545) ke dalam 20 ml air deionisasi, selanjutnya distirer selama 10 menit pada suhu ruang disentrifus pada 1500 rpm selama 10 menit. Sebanyak 13,5 ml supernatan pankreatin ditambah amiloglukosidase 210U (Sigma Cat. No. A7095) dan 1.25 ml air deionisasi. Selanjutnya sampel diinkubasi dalam inkubator bergoyang pada suhu 37 °C selama 20 menit untuk menentukan kadar RDS dan 120 menit untuk menentukan SDS. Setiap pengukuran diambil sebanyak 0,5 sampel untuk ditambah DNS 1 ml dan dipanaskan pada suhu 100 °C selama 10 menit. Sampel didinginkan dan ditambah 5 ml aquadest kemudian divortex. Selanjutnya diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm. Persen pati diperoleh dengan mengalikan persen glukosa yang terukur dengan faktor konversi 0,9 (BM pati/BM gula reduksi).

Penyiapan kurva standar dilakukan dengan membuat larutan glukosa standar 1 mg/ml. Sebanyak 0,05 ml (0,05 mg); 0,1 ml (0,1 mg); 0,2 ml (0,02 mg); 0,3 ml (0,3 mg); 0,4 ml (0,4 mg) dan 0,5 ml (0,5 mg) larutan glukosa dipipet dan ditera volumenya menjadi 0,5 ml dengan penambahan akuades. Selanjutnya ditambah 1 ml larutan DNS (1 g 3,5 dinitrosalisilat acid + 30 g Na-K tartarat + 1,6 g NaOH dalam 100 ml air destilat) dan dididihkan selama 10 menit. Kemudian ditambahkan 4 ml aquades untuk diukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm.

Penentuan daya cerna pati berdasarkan kadar RDS, SDS dan RS dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{RDS atau SDS} = \frac{\left(\frac{\text{Abs}-0,010}{1,019}\right)}{\text{berat kering sampel mg}} \times \text{FP} \times \text{FK pati} \times 100\%$$

$$\text{RS} = ((\text{pati}-\text{RDS}-\text{SDS})/\text{pati}) \times 100\%$$

Ket : RDS = pati tercerna menit ke-20

SDS = pati tercerna menit ke-120

RS = pati tidak dapat dicerna

3.5.8 Uji Efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984)

Pengujian efektivitas pada *crispy rice* bertujuan untuk menentukan metode yang terbaik pada semua parameter yang diuji dengan menggunakan metode indeks efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984). Perhitungan uji efektivitas dapat dilakukan dengan cara memberikan bobot nilai pada masing-masing parameter dengan ketentuan angka relatif sebesar 0-1. Pemberian bobot nilai tergantung pada kontribusi parameter tersebut pada *crispy rice* yang dihasilkan. Nilai efektivitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Nilai efektivitas} = \frac{\text{nilai perlakuan}-\text{nilai terjelek}}{\text{nilai terbaik}-\text{nilai terjelek}}$$

Nilai hasil semua parameter dihitung dan dinilai total tertinggi merupakan kombinasi perlakuan terbaik. Nilai hasil (NH) semua parameter dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Nilai hasil (NH)} = \text{nilai efektivitas} \times \text{bobot normal parameter}$$

3.5.9 Analisa Gugus Fungsi dengan FTIR

Karakterisasi gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan spektroskopi FTIR. Sampel di presparasi dalam bentuk film dengan ukuran 2 cm x 2 cm, kemudian sampel tersebut dimasukkan dalam alat FTIR spektrometer fontrier. Setelah itu akan didapatkan grafik spectra FTIR untuk mengidentifikasi komponen dalam FTIR.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh diolah menggunakan metode Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf signifikan 5%. Beda nyata diantara rerata perlakuan dilakukan uji beda nyata *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2010 dan uji sidik ragam menggunakan aplikasi SPSS 22.0. Data hasil penelitian disusun dalam tabel dan disajikan dalam bentuk grafik batang untuk mempermudah proses analisa.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. *Crispy rice* yang diolah dengan menggunakan alat tanak yang berbeda (*microwave*, *rice cooker*, dan presto) dan variasi volume air berpengaruh nyata terhadap kadar air, protein, lemak, karbohidrat, pati dan daya cerna pati, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu *crispy rice* pada perlakuan perbedaan alat tanak.
2. Perlakuan terbaik pengolahan *crispy rice* berdasarkan uji efektivitas yaitu pada metode pengolahan *rice cooker* dengan variasi volume air 1:3 (b/v).

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini yaitu penelitian selanjutnya diharapkan melakukan pengujian parameter yang lain seperti kandungan amilosa dan amilopektin ataupun pengujian lain yang berpengaruh terhadap karakteristik mutu *crispy rice*. Penelitian lanjutan juga dapat dilakukan dengan memberikan variasi penambahan lain yang dapat menunjang mutu kimia *crispy rice*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abo-El-Fetoh, S. M., Hanan, M. A. A., dan Nabih, N. M. N. 2010. Physicochemical Properties of Starch Extracted from Difference Sources and Their Application in Pudding and White Sauce. *World Journal of Diary and Food Sciences*. 5(2): 173-182.
- Afandi, F. A., Wijaya, C. H., Faridah, D. N., dan Suyatma, N. E. 2019. Hubungan Antara Kandungan Karbohidrat dan Indeks Glikemik pada Pangan Tinggi Karbohidrat.
- Amin, N. A. 2013. Pengaruh Suhu Fosforilasi Terhadap Sifat Fisikokimia Pati Tapioka Termomodifikasi. *Skripsi*. Sulawesi Selatan: Universitas Hassanuddin.
- Anggo, A. D., Riyadi, P. H., Rianingsih, L., dan Wijayanti, I. 2018. Aplikasi Metode TTSR (Tekanan Tinggi Suhu Rendah) dalam Pengolahan Bandeng Duri Lunak. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. 2(1): 13-24.
- Anugrahati, N. A., Pranoto Y., Marsono Y., dan Marseno D. W. 2015. In Vitro Digestibility of Indonesian Cooked Rice Treated with Cooling-Reheating Process and Coconut Milk Addition. *International Research Journal of Biological Sciences*. 4(12): 34-39.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Washington: Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station
- Apituley, D. 2009. Pengaruh Penggunaan Formalin Terhadap Kerusakan Protein Daging Ikan Tuna (*Tunus sp.*). *J. Agritech*. 29(1).
- Bambang, S., Aan, A. D., Satoto, Baehaki, S. E., Widiarta, I. N., Agus, S., Indrasari, S. D., Ooy, S. L., dan Hasil, S. 2009. Deskripsi Varietas Padi. Subang: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- Basmal, J., Utomo, B. S. B., dan Taylor, K. D. A. 1997. Pengaruh Perebusan, Penggaraman dan Penyimpanan Terhadap Penurunan Kandungan Lisin yang Terdapat pada Ikan Pindang. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 6(2).
- Battacharya K. R. 1979. Gelatinization Temperature of Rice Starch and Its Determination. Dalam Proceedings of the Workshop on Chemical Aspect of Rice Grain Quality. IRRI. Los Banos: 232-247.

- Bretensky, M., Nitrayova, S., Heger, J., Patras, P., Rafai, J., dan Sirotkin, A. 2014. Methods for Determination Reactiv Lysin in Heat- Treated Foods and Feeds. *Jurnal Mikrobiologi Biotech.* 4(1): 13-15.
- Cahyo. 2008. Pengolahan Aneka Masakan Laut. Erlangga: Jakarta.
- Carrol, L. E. 1989. Hydrocolloid Function to Improve Stability of Microwaveable Field. *Baker's Digest*. 41:52.
- Cham, S. dan Suwannaporn, P. 2010. Effect of Hydrothermal Treatment of Rice Flour on Various Rice Noodles Quality. *Journal of Cereal Science.* 51: 284-291.
- Deliani, L. 2004. Studying the Effect of Several Rice Varieties Storage with Different Levels of Starch on Parboiling Quality. Bogor: IPB.
- Ediati, R., Rahardjo, B., dan Hastuti, P. 2006. Pengaruh Kadar Amilosa Terhadap Pengembangan dan Kerenyahan Tepung Pelapis Selama Pengorengan. *Agrosains.* 19(4): 395-413.
- Englyst, H. N., Kingman S. M., dan Cummings, J. H. 1992. Classification and Measurement of Nutritionally Important Starch Fractions. *European Journals of Clinical Nutrition*, 46: 33-50.
- Fadilah, N. 2018. Pengaruh Penambahan Air Terhadap Kualitas Nasi Beras Merah dengan Metode Pemasakan Menggunakan *Rice Cooker*. *Skripsi*. FATEPA. UNRAM.
- Faridah, D. N., Rahayu, W. P., dan Apriyadi, M. S. 2013. Modifikasi Pati Garut (*Marantha arundinacea*) dengan Perlakuan Hidrolisis Asam dan Siklus Pemanasan-Pendinginan untuk Menghasilkan Pati Resisten Tipe 3. *J. Teknologi Industri Pangan.* 23(1): 61-69.
- Frei M., P. Siddhuraju, dan K. Becker. 2003. Studies on the *in vitro* starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from Philippines. *Food Chem.* 83(2003): 395-402.
- Frei, M. 2013. Studies on the *in Vitro* Starch Digestibility and the Glycemic Index of Six Different Indigenous Rice Cultivars from the Philippines. *Food Chemistry* 83: 395-402.
- Hadawiyah, R. 2018. Pengaruh Lama Penghangatan Dalam Alat Pemasak Nasi Terhadap Mutu Nasi Beras Merah (*Oryza nivara*). *Skripsi*. Universitas Mataram.

- Hadiwiyoto, S., Naruki, S., Satyanti, S., Rahayu, H., dan Riptakasari, D. 1999. Perubahan Kelarutan Protein, Kandungan Lisin (Available), Mentionin dan Histidin Bandeng Presto Selama Penyimpanan dan Pemasakan Ulang. *Agritech*. 19(2): 72-82.
- Harper, J. M. 1981. Extrusion of Food. Florida: CRC Press Inc.
- Haryadi. 2006. Teknologi Pengolahan Beras. *Gajah Mada University Press*. Yogyakarta.
- Hodsagi, M. 2011. Recent Result of Investigations of Resistent Starches. *Thesis*. Budapest: Departement of Applied Biotechnology and Food Sciences Budapest University of Technology and Economics.
- Huda, N., Boni, R. Nuryati, I. 2009. The Effect of Different Ratios of Dori Fish on Tapioca Flour on the Linear Expansion, Oil Absorption, Colour and hardness of Fish Crackers. *International Food Research Journal*. 16: 159-165.
- Jacob, A. M., Hamdani, M., dan Nurjannah. 2008. Perubahan Komposisi Kimia dan Vitamin Daging Udang Ronggeng (*Harpiesquilla Raphidea*) Akibat Perebusan. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 9(2): 76-88.
- Jati A. H. 2010. Aplikasi Penggunaan Puffing Gun dan Metode Ayakan Getar (Vibratig Mesh) dalam Proses Pembuatan Berondong Beras dan Berondong Beras Ketan Butiran Berlapis Ketan. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Jiang, Q., Xu, X., Jin, Z., Tian, Y., Hu, X., Bai, Y., 2011. Physicochemical Properties Of Rice Starch Gels: Effect of Different Heat Treatments. *J. Food Eng*. 107: 353-357.
- Koswara, S. 2009. Teknologi Pengolahan Beras (Teori dan Praktek). eBookPangan.com.
- Kurniawan, F., Hartini, S., dan Hastuti, D, 2015. Pengaruh Pemanasan Terhadap Kadar Pati dan Gula Reduksi pada Tepung Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus Lamk*). Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains X. BI/KI/MA. 1-10.
- Kurniawan, F., Hartini, S., dan Hastuti, D, 2015. Pengaruh Pemanasan Terhadap Kadar Pati dan Gula Reduksi pada Tepung Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus Lamk*). Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains X. BI/KI/MA. 1-10.
- Kusnandar, F. 2011. Kimia Pangan Komponen Makro. PT. Dian Rakyat. Jakarta.

- Lehninger, Albert. 1994. Dasar-dasar Biokimia. Erlangga. Jakarta.
- Liu, C., Y. Zang., W. Liu, J. Wan, W. Wang, W. Wu, N. Zuo, Y. Zhou, Z. Yin. 2011. Preparation, Physicochemical and Texture Properties of Texturized Rice Produce by Improved Ekstrusion Cooking Technology. *Journal of Sereal Science*. 54: 473-480.
- Loebis, H. A., L. Junaidi, dan I. Susanti. 2017. Karakterisasi Mutu dan Nilai Gizi Nasi Mocaf dari Beras Analog. *Biopropal Industri*. 8(1): 33-46.
- Lovegrove, A., Edwards, C. H. Noni, I. D., Patel, H., El, S. N., Grassby, T., Zielke, C., Ulmius, M., Nisson, L., Butterworth, P. J., Ellis, P. R. dan Shewry, P. R. 2017. Role of Polysaccharides in Food, Digestion, and Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 57(2): 237-253.
- Luna, P., Herawati, H., Widowati, S., dan Prianto, A. B. 2015. Pengaruh Kandungan Amilosa Terhadap Karakteristik Fisik dan Organoleptik Nasi Instan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 12(1): 1-10.
- Marsono Y. 1998. Perubahan Kadar *Resistant Starch* (RS) dan Komposisi Kimia Beberapa Bahan Pangan Kaya Karbohidrat dalam Pengolahan. *Jurnal Agritech* 19(3): 124-127
- Marsono, Y. dan Topping, D.L. 1993. Complex carbohydrates in Australian rice products – influence of microwave cooking and food processing. *Food Science and Technology*. 26: 364-370.
- Nurhayati, Jenie, B. S. L., Widowati, S., Kusumaningrum, H. D. 2014. Komposisi Kimia dan Kristinalitas Tepung Pisang Termodifikasi Secara Fermentasi Spontan dan Siklus Pemanasan Bertekanan-Pendinginan. *Agritech*. 34(2): 146-150.
- Nurhayati, Giyarto, dan Ariyanti, D. P. 2014. Karakteristik Tepung Beras Terfermentasi Secara Spontan dan Terkendali Oleh *Lactobacillus casei*. *Jurnal Agroteknologi*. 8(2): 101-111.
- Nurhayati, N., Subagio, A., Widyatmoko, H. 2018. Sifat-Sifat Fisikokimia Pati Ubi Kayu Terfermentasi Khamir Indigenus Tapai. *Agritech*. 38(2): 140-150.
- Palav, T. dan Sheetharaman, K. 2006. Mechanism of Starch Gelatinization and Polymer Leaching During Microwave Heating. *Carbohydrate Polymer*. 65: 364-370.

- Pargiyanti. 2019. Optimasi Waktu Ekstraksi dengan Metode Soxhlet Menggunakan Perangkat Alat Mikro Soxhlet. *Indonesian Journal of Laboratory*. 1(2): 29-35
- Priyanto. 2015. Evaluasi Mutu Nasi Hasil Pemasakan Beras Varietas Ciherang dan IR-66 dengan Rasio Beras dan Air yang Berbeda. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Ratnayake, W. S., Hoover, R., dan Tom, W. 2002. Pea Starch: Composition, Structure and Properties. *Review. Starch Starke*. 54: 217-234.
- Rossana. 2013. Pengaruh Perlakuan Panas Sebelum Penggorengan Terhadap Kerenyahan. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ruslan, M. 2007. Alat Rumah Tangga listrik. Makassar: Elektro.
- Sade, V. J., C. F. Mamujaja, dan G. S. S. Djarkasi. 2015. Kajian Sifat Fisik Kimia Beras Analog Pati Sagu Baruk Modifikasi HMT (Heat Moisture Treatment) dengan Penambahan Tepung Komposit. *J. Ilmu dan Teknologi Pangan*. 3(2).
- Saguilan, A. A., Flores-Huicochea E., Tovar J., Garcia-Suarez F., Guitierrez-Meraz F., dan Bello-Perez L.A 2005. Resistent Starch Rich-Powders Prepared by Autoclaving of Native and Lintnerized Banana Starch : Partial Characterization. *J. Starch/Starke*. 57: 405-412.
- Sagum, R. dan Arcot, J. 2000. Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three samples of rice with varying levels of amylose. *Food Chemistry* 70:107-111.
- Sajilata M. G., Singhal R. S., Kulkarni P. R. 2006. Resistant Starch (RS) a Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 5(1): 1-17.
- Santosa, B. A. S., Narta, Damardjati D. S. 1998. Pembuatan Brondong dari Berbagai Beras. *Jurnal Agritech* 18(1): 24-28.
- Sasea, Y., Moningka, J., Mamujaja, C., dan Koapaha, T. 2005. Pengaruh Biji Melinjo (*Genetum genemon L.*) Terhadap Kualitas Sensoris Emping Melinjo. *Ilmu dan Teknologi Pangan*. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Septianingrum, E., Liyanan dan B. Kusbiantoro. 2016. Review Indeks Glikemik Beras: Faktor-faktor yang mempengaruhi dan keterkaitannya terhadap kesehatan tubuh. *Jurnal Kesehatan* 1 (1): 1-9.

- Setiarto R., Jennie B., Farida D., Saskiawan I. 2015. Kajian Peningkatan Pati Resisten yang Terkandung dalam Bahan Pangan sebagai Sumber Prebiotik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. 20 (3): 191-200.
- Setiarto, R. H. B., dan Widhyastuti, N. 2017. Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat dan Siklus Pemanasan Bertekanan-Pendinginan Terhadap Kadar Pati Resisten Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas* Var Ayamurasaki) Termodifikasi. *Journal of Agro-based Industry*. 34(1): 26-35.
- Setyowati, A. 2010. Penambahan Natrium Tripolifosfat dan CMC (Carboxy Methyl Sellulose) pada Pembuatan Karak. *Jurnal Agrisains*. 1: 40-49.
- Soesanto, H. 2007. Pembuatan Isoeugenol dari Eugenol Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro. Bogor: IPB.
- Srichuwong S. 2006. Starches from Different Plant Origins: From Structure to Physicochemical Properties. *Disertasi*. Mie University. Japan
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi. 1997. Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Sugiyono, Pratiwi, R., Faridah, D. N., 2009. Modifikasi Pati Garut dengan Perlakuan Siklus Pemanasan Suhu Tinggi-Pendinginan Untuk Menghasilkan Pati Resisten Tipe III. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 20(1): 17-24.
- Surjoseputro, S., dan Epriliati, I. 2016. Pengaruh Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Kerupuk Beras Merah. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 15(1): 43-52.
- Syarifah. A. R. 2018. Perbandingan Metode Ekstraksi *Microwave Oven* dan Oven Terhadap Karakteristik Gelatin Sapi, Babi, dan Bebek. *Skripsi*. Malang. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Taylor, M. 2005. *Developments in Microwave Chemistry*. Evalueserve. All Right Reserved.
- Tjitrosoepomo G. 2004. Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta). Yogyakarta: Gadjah Mada University Pres.
- United States Department of Agriculture. 2018a. USDA Food Composition Databases: Rice, White, Medium Grain, Unenriched. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/20450?fgcd=&manu=&format=&count=&max=25&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=rw+rice&ds=&qt=&qp=&qq=&qn=&q=&ing=>. [Diakses pada 23 Mei 2018].

- Vatanasuchart, N., Niyomwit, B., dan Wongkrajang, K. 2012. Resistent Starch Content, In Vitro Starch Digestibility and Physico-Chemical Properties of Flour and Starch from Thai Bananas. *Maejo Int. J. Sci. Technol.* 6(2): 259-271.
- Villereal, C. P. dan B. O. Julianto. 1987. Varietal Differences in Quality Characteristic of Puffed Rice. *Cereal Chem.* 64:337.
- Wahyuni dan Ramlah, S. 2018. Perbandingan Nutrisi dan Keberterimaan Produk Jipang-Cokelat yang Diolah Masing-masing dari Beras Ketan Hitam dan Putih. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan.* 13(2): 87-93.
- Waspadji, S., Suyono, S., Sukarji, K., Moenarko, R. 2003. Indeks Glikemik Berbagai Makanan Indonesia Hasil Penelitaian. Jakarta : Balai Penerbit FK-UI.
- Widiada, N. I. G., Swirya Jaya, I. K., dan Lasmini, N. 2015. Pengaruh Penambahan Tepung Kacang Hijau Terhadap Sifat Organoleptik dan Jajan Keraki. *Jurnal Gizi Prima.*
- Yuliasih, I., Irawadi, T. T., Sailah, I., Pranamuda, H., Setyowati, K., dan Sunarti, T. C. 2007. Pengaruh Proses Fraksinasi Pati Sagu Terhadap Karakteristik Fraksi Amilosanya. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian.* 17(1): 29-36.
- Zaragoza, E. F., Riquelme-Navarrete M. J., Sanchez-Zapata E., dan Perez-Alvarez J. A. 2010. Resistent Starch as Functional Ingredient: A Riview. *Food Research International.* 43(4): 931-942.
- Zhang, M., E. K. H. Salje, M. A. Carpenter, J. Y. Wang, L. A. Groat, A. Beran, U. Bismayer. 2007. Temperature Dependence of IR absorption of Hydrous/Hidro Species in Minerals Syntetic Material. *American Minerologist.* 92: 1502-1517.
- Zilic, S., Bozovic, I. N., Savic, S., Sobjic, S. 2006. Heat Processing of Soybean Cernel and Its Effect on Lysin Availability and Protein Solubility. *Central European Journal Of Biology.* 1(4): 572-583.

LAMPIRAN

Lampiran A. Data Hasil Analisis Sifat Kimia *Crispy Rice*

A.1 Kadar Air

A.1.1 Data Hasil Analisis Kadar Air *Crispy Rice*

| Perlakuan | Perlakuan | | Rata-rata | STDEV |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Simplo | Duplo | | |
| <i>Rice cooker</i> 1:2 | 3,69 | 3,68 | 3,68 | 0,01 |
| <i>Rice cooker</i> 1:3 | 4,97 | 5,12 | 5,04 | 0,11 |
| Presto 1:2 | 3,55 | 3,54 | 3,54 | 0,01 |
| Presto 1:3 | 4,64 | 4,60 | 4,62 | 0,03 |
| <i>Microwave</i> 1:2 | 4,00 | 4,09 | 4,04 | 0,07 |
| <i>Microwave</i> 1:3 | 5,43 | 5,43 | 5,43 | 0,00 |

A.1.2 Data Hasil Uji Anova Kadar Air *Crispy Rice*

| Source | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|------------|------|
| Corrected Model | 8,675 ^a | 5 | 1,735 | 1173,091 | ,000 |
| Intercept | 347,593 | 1 | 347,593 | 235027,661 | ,000 |
| Alat | 1,292 | 2 | ,646 | 436,992 | ,000 |
| Air | 7,294 | 1 | 7,294 | 4931,698 | ,000 |
| Alat * Air | ,089 | 2 | ,044 | 29,955 | ,000 |
| Error | ,018 | 12 | ,001 | | |
| Total | 356,286 | 18 | | | |
| Corrected Total | 8,692 | 17 | | | |

R Squared = ,998 (Adjusted R Squared = ,997)

A.1.3 Data Hasil Uji DNMRT Kadar Air *Crispy Rice*

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0,05 | | | | | | Notasi |
|-----------|---|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| A3B2 | 3 | 3,5453 | | | | | | a |
| A3B1 | 3 | | 3,6845 | | | | | b |
| A2B2 | 3 | | | 4,0437 | | | | c |
| A2B1 | 3 | | | | 4,6207 | | | d |
| A1B2 | 3 | | | | | 5,0417 | | e |
| A1B1 | 3 | | | | | | 5,4305 | f |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |

A.2 Kadar Abu

A.2.1 Data Hasil Analisis Kadar Abu *Crispy Rice*

| Perlakuan | Perlakuan | | Rata-rata | STDEV |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Simplo | Duplo | | |
| <i>Rice cooker</i> 1:2 | 0,56 | 0,51 | 0,54 | 0,04 |
| <i>Rice cooker</i> 1:3 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,00 |
| Presto 1:2 | 0,53 | 0,46 | 0,49 | 0,04 |
| Presto 1:3 | 0,40 | 0,42 | 0,41 | 0,01 |
| <i>Microwave</i> 1:2 | 0,43 | 0,61 | 0,52 | 0,13 |
| <i>Microwave</i> 1:3 | 0,39 | 0,46 | 0,42 | 0,05 |

A.2.2 Data Hasil Uji Anova Kadar Abu *Crispy Rice*

| Source | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|----------|-------|
| Corrected Model | ,045 ^a | 5 | ,009 | 4,939 | ,000 |
| Intercept | 4,009 | 1 | 4,009 | 2210,523 | ,000 |
| Alat | ,006 | 2 | ,003 | 1,726 | ,0219 |
| Air | ,038 | 1 | ,038 | 21,181 | ,001 |
| Alat * Air | ,000 | 2 | 5,566E-05 | ,031 | ,970 |
| Error | 4,839 | 12 | ,403 | | |
| Total | 37055,433 | 18 | | | |
| Corrected Total | 21,714 | 17 | | | |

R Squared = ,673 (Adjusted R Squared = ,537)

A.2.3 Data Hasil Uji DNMRT Kadar Abu *Crispy Rice*

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0,05 | | | | Notasi |
|-----------|---|-------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| A3B1 | 3 | ,3200 | | | | a |
| A1B1 | 3 | | ,4239 | | | b |
| A2B1 | 3 | | ,4500 | | | b |
| A2B2 | 3 | | | ,5379 | | c |
| A1B2 | 3 | | | | ,6232 | d |
| A3B2 | 3 | | | | ,6400 | d |
| Sig. | | 1,000 | ,139 | 1,000 | ,327 | |

A.3 Kadar Protein

A.3.1 Data Hasil Analisis Kadar Protein *Crispy Rice*

| Perlakuan | Perlakuan | Rata-rata | STDEV | |
|------------------------|-----------|-----------|-------|------|
| | Simplo | Duplo | | |
| <i>Rice cooker</i> 1:2 | 9,33 | 9,31 | 9,32 | 0,02 |
| <i>Rice cooker</i> 1:3 | 8,54 | 8,62 | 8,58 | 0,05 |
| Presto 1:2 | 8,16 | 8,23 | 8,19 | 0,05 |
| Presto 1:3 | 8,26 | 8,29 | 8,26 | 0,02 |
| <i>Microwave</i> 1:2 | 8,53 | 8,60 | 8,56 | 0,05 |
| <i>Microwave</i> 1:3 | 7,60 | 7,61 | 7,60 | 0,01 |

A.3.2 Data Hasil Uji Anova Kadar Protein *Crispy Rice*

| Source | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|------------|------|
| Corrected Model | 4,768 ^c | 5 | 1,735 | 1173,091 | ,000 |
| Intercept | 347,593 | 1 | 347,593 | 235027,661 | ,000 |
| Alat | 1,365 | 2 | ,682 | 970,063 | ,000 |
| Air | 0,10 | 1 | 0,10 | 14,602 | ,002 |
| Alat * Air | 3,393 | 2 | 1,697 | 2411,878 | ,000 |
| Error | ,008 | 12 | ,001 | | |
| Total | 1281,804 | 18 | | | |
| Corrected Total | ,067 | 17 | | | |

R Squared = ,998 (Adjusted R Squared = ,997)

A.3.2 Data Hasil Uji DNMRT Kadar Protein *Crispy Rice*

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0,05 | | | | | Notasi |
|-----------|---|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| A1B2 | 3 | 7,6036 | | | | | a |
| A3B2 | 3 | | 8,1972 | | | | b |
| A2B2 | 3 | | | 8,2755 | | | c |
| A1B1 | 3 | | | | 8,5627 | | d |
| A3B1 | 3 | | | | 8,5806 | | d |
| A2B1 | 3 | | | | | 9,3180 | e |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | ,424 | 1,000 | |

A.4 Kadar Lemak

A.4.1 Data Hasil Analisis Kadar Lemak *Crispy Rice*

| Perlakuan | Perlakuan | | Rata-rata | STDEV |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Simplo | Duplo | | |
| <i>Rice cooker</i> 1:2 | 15,04 | 15,68 | 15,36 | 0,45 |
| <i>Rice cooker</i> 1:3 | 18,86 | 18,50 | 18,68 | 0,25 |
| Presto 1:2 | 17,28 | 17,56 | 17,42 | 0,20 |
| Presto 1:3 | 19,41 | 19,88 | 19,65 | 0,34 |
| <i>Microwave</i> 1:2 | 18,85 | 18,12 | 18,48 | 0,51 |
| <i>Microwave</i> 1:3 | 21,07 | 21,56 | 21,31 | 0,35 |

A.4.2 Data Hasil Uji Anova Kadar Lemak *Crispy Rice*

| Source | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | 60,800 ^d | 5 | 12,160 | 180,773 | ,000 |
| Intercept | 6149,405 | 1 | 6149,405 | 91418,310 | ,000 |
| Alat | 24,906 | 2 | 12,453 | 185,127 | ,000 |
| Air | 35,001 | 1 | 35,001 | 520,325 | ,000 |
| Alat * Air | ,894 | 2 | ,447 | 6,643 | ,011 |
| Error | ,807 | 12 | ,067 | | |
| Total | 83901,670 | 18 | | | |
| Corrected Total | 61,607 | 17 | | | |

R Squared = ,987 (Adjusted R Squared = ,990)

A.4.3 Data Hasil Uji DNMRT Kadar Lemak *Crispy Rice*

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0,05 | | | | | Notasi |
|-----------|---|-------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| A2B1 | 3 | 15,3600 | | | | | a |
| A3B1 | 3 | | 17,4200 | | | | b |
| A1B1 | 3 | | | 18,4867 | | | c |
| A2B2 | 3 | | | 18,6767 | | | c |
| A3B2 | 3 | | | | 19,6467 | | d |
| A1B2 | 3 | | | | | 21,3100 | e |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | ,387 | 1,000 | 1,000 | |

A.5 Kadar Karbohidrat

A.5.1 Data Hasil Analisis Kadar Karbohidrat *Crispy Rice*

| Perlakuan | Perlakuan | | Rata-rata | STDEV |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Simplo | Duplo | | |
| <i>Rice cooker</i> 1:2 | 72,55 | 71,9 | 72,23 | 0,46 |
| <i>Rice cooker</i> 1:3 | 66,41 | 66,61 | 66,51 | 0,14 |
| Presto 1:2 | 70,11 | 69,82 | 69,97 | 0,21 |
| Presto 1:3 | 67,35 | 66,81 | 67,08 | 0,38 |
| <i>Microwave</i> 1:2 | 68,2 | 68,58 | 68,39 | 0,27 |
| <i>Microwave</i> 1:3 | 65,52 | 64,94 | 65,23 | 0,41 |

A.5.2 Data Hasil Uji Anova Karbohirat *Crispy Rice*

| Source | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|-------------|-------|
| Corrected Model | 96,830 ^e | 5 | 19,366 | 352,376 | ,000 |
| Intercept | 83804,180 | 1 | 83804,180 | 1524867,566 | ,000 |
| Alat | ,006 | 2 | ,003 | 1,726 | ,0219 |
| Air | ,038 | 1 | ,038 | 21,181 | ,001 |
| Alat * Air | ,000 | 2 | 5,566E-05 | ,031 | ,970 |
| Error | 4,839 | 12 | ,403 | | |
| Total | 37055,433 | 18 | | | |
| Corrected Total | 21,714 | 17 | | | |

R Squared = ,993 (Adjusted R Squared = ,990)

A.5.3 Data Hasil Uji DNMRT Karbohidrat *Crispy Rice*

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0,05 | | | | | | Notasi |
|-----------|---|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| A1B2 | 3 | 65,2300 | | | | | | a |
| A2B2 | 3 | | 66,5100 | | | | | b |
| A3B2 | 3 | | | 67,0800 | | | | c |
| A1B1 | 3 | | | | 68,3900 | | | d |
| A3B1 | 3 | | | | | 69,9650 | | e |
| A2B1 | 3 | | | | | | 72,2250 | f |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |

A.6 Kadar Pati

A.6.1 Data Hasil Analisis Kadar Pati *Crispy Rice*

| Perlakuan | Perlakuan | | Rata-rata | STDEV |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Simplo | Duplo | | |
| <i>Rice cooker</i> 1:2 | 55,02 | 53,91 | 54,47 | 0,78 |
| <i>Rice cooker</i> 1:3 | 61,52 | 61,82 | 61,67 | 0,21 |
| Presto 1:2 | 42,24 | 43,35 | 42,79 | 0,78 |
| Presto 1:3 | 51,92 | 52,07 | 51,99 | 0,10 |
| <i>Microwave</i> 1:2 | 39,43 | 38,91 | 39,17 | 0,37 |
| <i>Microwave</i> 1:3 | 48,37 | 48,59 | 48,48 | 0,16 |

A.6.2 Data Hasil Uji Anova Kadar Pati *Crispy Rice*

| Source | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|------------|------|
| Corrected Model | 993,920 ⁱ | 5 | 198,784 | 1654,959 | ,000 |
| Intercept | 44576,176 | 1 | 44576,176 | 371115,243 | ,000 |
| Alat | 659,108 | 2 | 329,554 | 2743,676 | ,000 |
| Air | 330,598 | 1 | 330,598 | 2752,364 | ,000 |
| Alat * Air | 4,214 | 2 | 2,107 | 17,540 | ,000 |
| Error | 1,441 | 12 | ,120 | | |
| Total | 45571,537 | 18 | | | |
| Corrected Total | 995,361 | 17 | | | |

R Squared = ,999 (Adjusted R Squared = ,998)

A.6.3 Data Hasil Uji DNMRT Kadar Pati *Crispy Rice*

| Perlakuan | N | Subset for alpha = 0,05 | | | | | | Notasi |
|-----------|---|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| A1B1 | 3 | 39,1731 | | | | | | a |
| A3B1 | 3 | | 42,7937 | | | | | b |
| A1B2 | 3 | | | 48,4832 | | | | c |
| A3B2 | 3 | | | | 51,9930 | | | d |
| A2B1 | 3 | | | | | 54,4683 | | e |
| A2B2 | 3 | | | | | | 61,6726 | f |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |

A.7 Kadar Pati Resisten

| Perlakuan | Perlakuan | | Rata-rata | STDEV |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Simplo | Duplo | | |
| <i>Rice cooker</i> 1:2 | 7,79 | 7,38 | 7,58 | 0,29 |
| <i>Rice cooker</i> 1:3 | 8,51 | 8,36 | 8,43 | 0,11 |
| Presto 1:2 | 5,37 | 5,16 | 5,26 | 0,15 |
| Presto 1:3 | 5,74 | 5,87 | 5,81 | 0,09 |
| <i>Microwave</i> 1:2 | 6,58 | 6,38 | 6,48 | 0,14 |
| <i>Microwave</i> 1:3 | 7,05 | 7,54 | 7,30 | 0,34 |

A.8 Kadar RDS

| Perlakuan | Perlakuan | | Rata-rata | STDEV |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Simplo | Duplo | | |
| <i>Rice cooker</i> 1:2 | 21.09 | 20.41 | 20.75 | 0.48 |
| <i>Rice cooker</i> 1:3 | 24.65 | 25.58 | 25.12 | 0.65 |
| Presto 1:2 | 16.25 | 15.72 | 15.98 | 0.38 |
| Presto 1:3 | 21.43 | 20.52 | 20.98 | 0.64 |
| <i>Microwave</i> 1:2 | 14.48 | 15.17 | 14.83 | 0.48 |
| <i>Microwave</i> 1:3 | 19.74 | 18.53 | 19.14 | 0.86 |

A.9 Kadar SDS

| Perlakuan | Perlakuan | | Rata-rata | STDEV |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Simplo | Duplo | | |
| <i>Rice cooker</i> 1:2 | 25.59 | 26.68 | 26.13 | 0.77 |
| <i>Rice cooker</i> 1:3 | 28.51 | 27.74 | 28.12 | 0.55 |
| Presto 1:2 | 21.17 | 21.92 | 21.55 | 0.53 |
| Presto 1:3 | 24.81 | 25.59 | 25.20 | 0.55 |
| <i>Microwave</i> 1:2 | 18.11 | 17.62 | 17.86 | 0.35 |
| <i>Microwave</i> 1:3 | 21.68 | 22.41 | 22.05 | 0.51 |

A.10 Uji Efektivitas





| Parameter | BNP | BN | <i>Microwave</i> | | | |
|-------------------|-----|------|------------------|------|-------------|------|
| | | | 1 : 2 (b/v) | | 1 : 3 (b/v) | |
| | | | NE | NH | NE | NH |
| Kadar air | 1 | 0,12 | 0,26 | 0,03 | 1,00 | 0,12 |
| Kadar abu | 0,9 | 0,11 | 0,85 | 0,09 | 0,08 | 0,01 |
| Kadar protein | 0,9 | 0,11 | 0,56 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| Kadar lemak | 0,9 | 0,11 | 0,53 | 0,06 | 1,00 | 0,11 |
| Kadar karbohidrat | 1 | 0,12 | 0,45 | 0,05 | 0,00 | 0,00 |
| Total pati | 1 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,41 | 0,05 |
| Kadar RS | 0,9 | 0,11 | 0,38 | 0,04 | 0,64 | 0,07 |
| Kadar RDS | 0,9 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,42 | 0,04 |
| Kadar SDS | 0,9 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,41 | 0,04 |
| Total | 8,4 | | | 0,33 | | 0,44 |

| Parameter | BNP | BN | <i>Rice cooker</i> | | | |
|-------------------|-----|------|--------------------|------|-------------|------|
| | | | 1 : 2 (b/v) | | 1 : 3 (b/v) | |
| | | | NE | NH | NE | NH |
| Kadar air | 1 | 0,12 | 0,07 | 0,01 | 0,79 | 0,09 |
| Kadar abu | 0,9 | 0,11 | 1,00 | 0,11 | 0,31 | 0,03 |
| Kadar protein | 0,9 | 0,11 | 1,00 | 0,11 | 0,38 | 0,04 |
| Kadar lemak | 0,9 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,56 | 0,06 |
| Kadar karbohidrat | 1 | 0,12 | 1,00 | 0,12 | 0,18 | 0,02 |
| Total pati | 1 | 0,12 | 0,68 | 0,08 | 1,00 | 0,12 |
| Kadar RS | 0,9 | 0,11 | 0,73 | 0,08 | 1,00 | 0,11 |
| Kadar RDS | 0,9 | 0,11 | 0,58 | 0,06 | 1,00 | 0,11 |
| Kadar SDS | 0,9 | 0,11 | 0,81 | 0,09 | 1,00 | 0,11 |
| Total | 8,4 | | | 0,65 | | 0,69 |

| Parameter | BNP | BN | Presto | | | |
|-------------------|-----|------|-------------|------|-------------|------|
| | | | 1 : 2 (b/v) | | 1 : 3 (b/v) | |
| | | | NE | NH | NE | NH |
| Kadar air | 1 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,57 | 0,07 |
| Kadar abu | 0,9 | 0,11 | 0,62 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| Kadar protein | 0,9 | 0,11 | 0,57 | 0,06 | 0,34 | 0,04 |
| Kadar lemak | 0,9 | 0,11 | 0,35 | 0,04 | 0,72 | 0,08 |
| Kadar karbohidrat | 1 | 0,12 | 0,68 | 0,08 | 0,26 | 0,03 |
| Total pati | 1 | 0,12 | 0,16 | 0,02 | 0,57 | 0,07 |
| Kadar RS | 0,9 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,02 |
| Kadar RDS | 0,9 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,60 | 0,06 |
| Kadar SDS | 0,9 | 0,11 | 0,36 | 0,04 | 0,72 | 0,08 |
| Total | 8,4 | | | 0,31 | | 0,44 |

Lampiran B. Dokumentasi





B.1 Pembuatan *Crispy Rice*

| No. | Gambar | Keterangan |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. |  | Pembelian beras IR-66 di CV Bintang Mulia Jember |
| 2. |  | Penimbangan beras IR-66 |
| 3. |  | Proses pencucian beras |
| 4. |  | Proses penambahan air |

| | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>5.</p> |  | <p>Proses pemasakan nasi menggunakan presto, <i>rice cooker</i>, dan <i>microwave</i></p> |
| <p>6.</p> |  | <p>Proses penjemuran nasi menggunakan sinar matahari</p> |
| <p>7.</p> |  | <p>Nasi yang sudah kering</p> |
| <p>8.</p> |  | <p>Proses penggorengan nasi kering menjadi <i>crispy rice</i></p> |
| <p>9.</p> |  | |

Sampel *Crispy Rice*

B.2 Pengujian

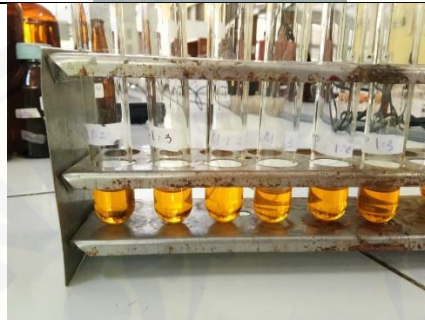
| No. | Gambar | Keterangan |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. |  | Pengujian kadar air |
| 2. |  | Pengujian kadar abu |
| 3. |  | Pengujian kadar protein |
| 4. |  | Pengujian kadar lemak |

5.



Pengujian kadar pati

6.



Pengujian daya
cerna pati

