



**PENGEMBANGAN PRODUK KERUPUK DENGAN
PENAMBAHAN BAWANG HITAM (*BLACK GARLIC*) DAN
SODIUM TRIPOLIFOSFAT (STPP)**

SKRIPSI

Oleh :

Aditya Bagas Maulana

161710101063

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

2021





**PENGEMBANGAN PRODUK KERUPUK DENGAN
PENAMBAHAN BAWANG HITAM (*BLACK GARLIC*) DAN
SODIUM TRIPOLIFOSFAT (STPP)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP)

Oleh :

Aditya Bagas Maulana

NIM 161710101063

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT sebagai tanda syukur atas limpahan rahmat Nya yang telah memberikan kesempurnaan akal, petunjuk, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
2. Kedua orang tua saya, Ayah Nanang Budi Hariwiono dan Ibu Lilik Suryatini atas doa, kasih sayang, dan semangat yang tidak pernah putus;
3. Kakak saya Devi Chintya Kumalasari dan Bintoro Adi Saputro yang telah member dukungan dan semangat selama ini;
4. Guru-huu sedari TK Al-Furqan, SD Al-Furqan, SMP Negeri 2 Jember, SMA Negeri 2 Jember yang telah mendidikku dengan sabar;
5. Dosen-dosen yang telah meluangkan waktu untuk membagi ilmu dan membimbing saya dengan penuh kesabaran;
6. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
7. Teman-teman seperjuangan dan sahabat saya Vicky Bangun Andre yang sudah menjadi *support system* selama ini.

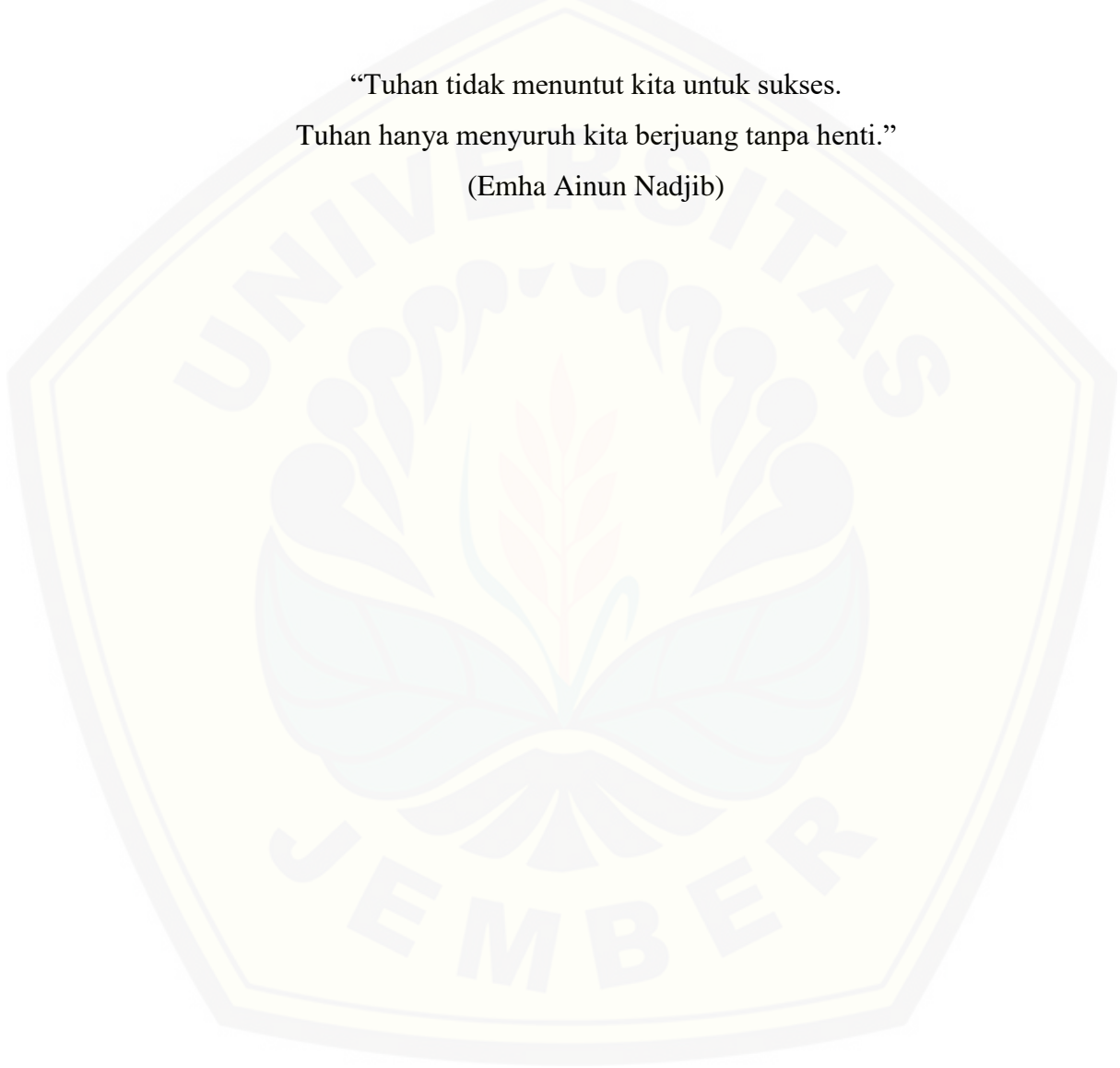
MOTTO

“Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah
untuk dirinya sendiri.”

(Q.S Al Ankabut ayat 6)

“Tuhan tidak menuntut kita untuk sukses.
Tuhan hanya menyuruh kita berjuang tanpa henti.”

(Emha Ainun Nadjib)



HALAMAN PENYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Aditya Bagas Maulana

NIM : 161710101063

Judul : Pengembangan Produk Kerupuk dengan Penambahan Bawang Hitam (*Black Garlic*) dan Sodium Tripolifosfat (STPP)

Menyatakan dengan sesungguhnya skripsi tersebut adalah benar-benar hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan orang lain pada institusi manapun, kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat sebenarnya tanpa adanya tekanan atau paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, November 2020

Yang Menyatakan

Aditya Bagas Maulana

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN PRODUK KERUPUK DENGAN
PENAMBAHAN BAWANG HITAM (*BLACK GARLIC*) DAN
SODIUM TRIPOLIFOSFAT (STPP)**

Oleh

Aditya Bagas Maulana

161710101063

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Herlina, M.P.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P.

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Pengembangan Produk Kerupuk dengan Pengembangan Bawang Hitam (*Black Garlic*) dan Sodium Tripolifosfat (STPP)" Karya Aditya Bagas Maulana NIM 161710101063 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Kamis, 12 November 2020

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

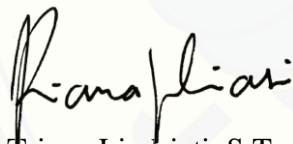
Dr. Ir. Herlina, M.P.
NIP. 196605181993022001

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

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,


Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P.
NIP. 196808141998032001

Ir. Giyarto, M. Sc.
NIP. 196607181993031013

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M. Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Pengembangan Produk Kerupuk dengan Penambahan Bawang Hitam (*Black Garlic*) dan Sodium Tripolifosfat (STPP); Aditya Bagas Maulana, 161710101063; 103 halaman; Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian; Universitas Jember.

Kerupuk merupakan jenis makanan yang digunakan sebagai pendamping makanan utama. Kerupuk yang dijual di pasaran umumnya belum memiliki keunikan atau keunggulan khusus seperti adanya sifat fungsional. Masih terjadi kasus kerupuk yang dibuat menggunakan tambahan kimia berbahaya seperti penyedap makanan, pewarna sintesis dan pengental (*bleng*) yang tidak dianjurkan. Pengembangan produk kerupuk melalui peningkatan kualitas dan citarasa serta kemanfaatannya untuk kesehatan berupa sifat fungsional sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Salah satu upaya untuk mengembangkan produk kerupuk adalah penambahan *black garlic* dan Sodium Tripolifosfat (STPP). Penggunaan bahan tersebut akan menghasilkan kerupuk dengan kualitas tinggi dan mempunyai manfaat untuk kesehatan, yaitu sumber antioksidan. *Black garlic* memiliki kandungan antioksidan yang tinggi sehingga dapat memberikan dampak kesehatan yang lebih baik bila ditambahkan pada kerupuk. Mutu kerupuk ditentukan oleh volume pengembangan dan kerenyahannya. STPP sebagai pengental adonan mampu memberikan sifat fisik (daya mengembang dan kerenyahan) yang baik pada kerupuk. Hingga saat ini belum ada informasi yang komprehensif tentang kerupuk yang ditambahkan *black garlic* dan STPP. Perlakuan kombinasi konsentrasi *black garlic* dan konsentrasi STPP yang tepat akan dihasilkan kerupuk yang bermutu baik, disukai, dan memiliki sifat fungsional. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh konsentrasi *black garlic* dan konsentrasi STPP terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik kerupuk serta mengetahui konsentrasi *black garlic* dan konsentrasi STPP yang tepat sehingga dihasilkan kerupuk dengan karakteristik yang disukai.

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu konsentrasi *black garlic* dan konsentrasi STPP. Perlakuan konsentrasi *black garlic* (A) terdiri atas : A1 = 3% ; A2 = 6% ; dan A3 = 9%. Perlakuan konsentrasi STPP (B) terdiri atas : B1 = 0,1% ; B2 = 0,3% ; B3 = 0,5%. Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahapan yaitu (1) pembuatan *black garlic*, (2) pembuatan kerupuk, (3) pengujian parameter penelitian meliputi warna kecerahan, daya kembang, higroskopositas, kadar air, kadar abu, aktivitas antioksidan, total polifenol, organoleptik kesukaan, dan efektivitas. Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis dengan metode ANOVA dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan kepercayaan 95%. Uji organoleptik dianalisis dengan menggunakan *chi-square* pada taraf uji α (0,05).

Hasil penelitian didapatkan bahwa seiring penambahan konsentrasi *black garlic* mengakibatkan kerupuk berwarna semakin gelap, daya pengembangan dan higroskopositas semakin menurun. Kondisi sebaliknya, terjadi peningkatan kadar air, kadar abu, aktivitas antioksidan, dan total polifenol kerupuk yang dihasilkan.

Peningkatan konsentrasi STPP yang ditambahkan cenderung menyebabkan meningkatnya kadar abu kerupuk yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerupuk variasi konsentrasi black garlic berpengaruh nyata terhadap warna, higroskopositas, daya kembang, kadar air, kadar abu, aktivitas antioksidan, dan total polifenol kerupuk yang dihasilkan. Konsentrasi STPP berpengaruh nyata terhadap kadar abu kerupuk yang dihasilkan. Secara organoleptik, konsentrasi STPP dan black garlic berpengaruh nyata terhadap atribut warna, aroma, rasa, dan keseluruhan kerupuk yang dihasilkan. Kerupuk terbaik dan disukai didapatkan pada konsentrasi black garlic 9% dan STPP 0,5% dengan nilai efektivitas sebesar 0,64. Nilai efektivitas tersebut terdiri dari nilai higroskopositas 3,9% , kadar air 7,44 % , antioksidan 22,38%, total polifenol 0,185%, organoleptik warna 3,8, organoleptik aroma 4,76, organoleptik rasa 5,84, organoleptik kerenyahan 5,8, dan organoleptik keseluruhan 5,68.



SUMMARY

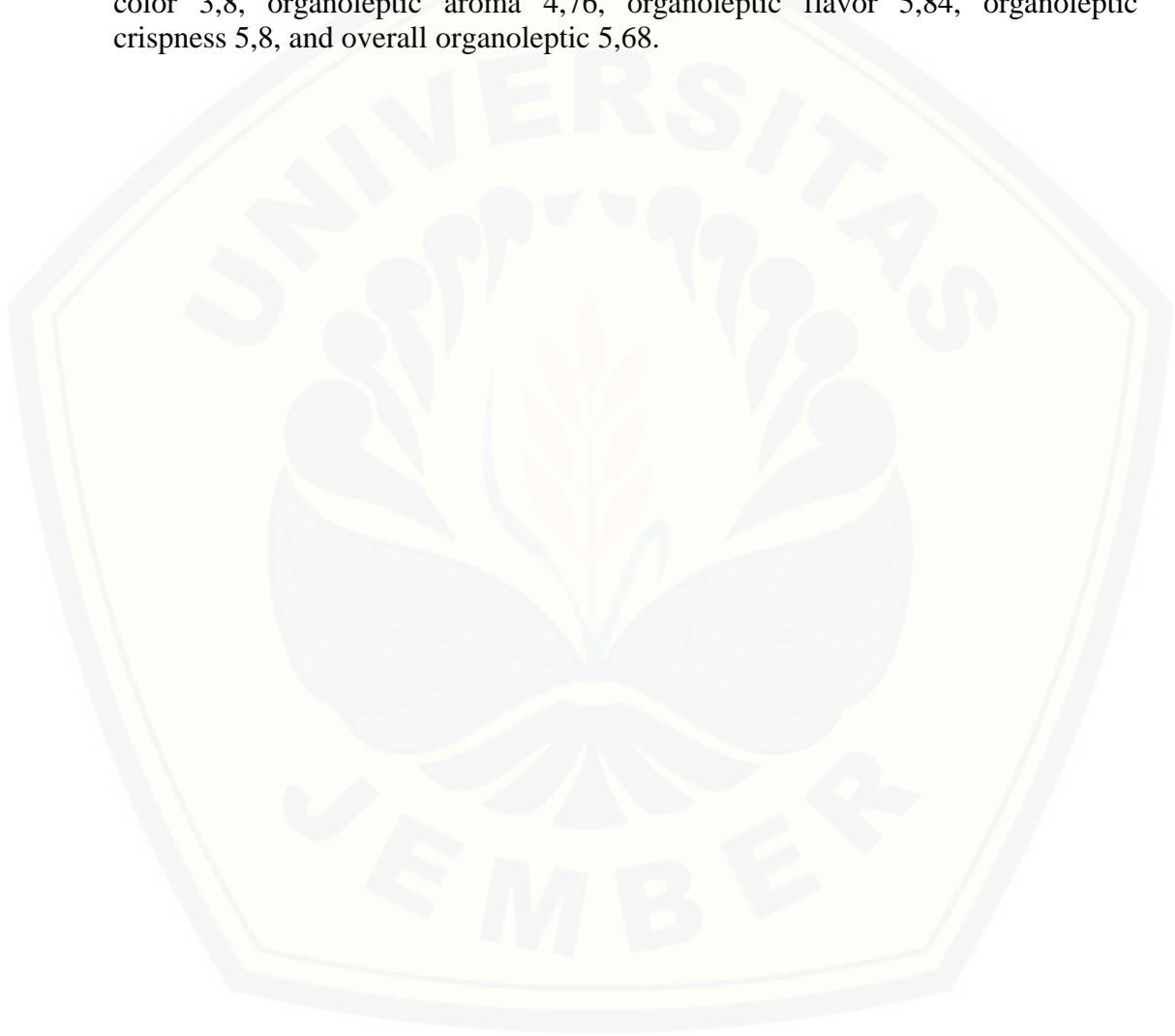
Development Of Crackers Products with Black Garlic and Sodium Tripoliphosphate (STPP); Aditya Bagas Maulana, 161710101063; 103 page; Department of Agricultural Technology; Faculty of Agricultural Technology; University of Jember.

Crackers are a type of food used as the main food companion. Crackers sold in the market generally do not have uniqueness or special advantages such as the presence of functional properties. There are still cases of crackers made using harmful chemical additions such as food flavorings, synthetic dyes and chewers (bleng) that are not recommended. The development of cracker products through improving the quality and taste and benefits for health in the form of functional properties is very necessary to meet consumer needs. One of the efforts to develop cracker products is the addition of black garlic and Sodium Tripoliphosphate (STPP). The use of these ingredients will produce crackers with high quality and have health benefits, namely antioxidants source. Black garlic has a high antioxidant content so it can give a better health impact when added to crackers. The quality of crackers is determined by the volume of development and its crispness. STPP as a dough chewer is able to give good physical properties (expanding power and crispness) to crackers. Until now, there is no comprehensive information about crackers added black garlic and STPP. The combination treatment of black garlic concentration and proper STPP concentration will result in crackers that are of good quality, preferred, and have functional properties. This study aims to determine the influence of black garlic concentration and STPP concentration on the physical, chemical, and organoleptic characteristics of crackers and to know the concentration of black garlic and the correct concentration of STPP so that crackers are produced with the preferred characteristics.

This research is an experimental research with a complete randomized design method (RAL) with two factors, the concentration of black garlic and the concentration of STPP. The concentration treatment of black garlic (A) consists of: A1 = 3% ; A2 = 6% ; and A3 = 9%. The concentration treatment of STPP (B) consists of: B1 = 0,1% ; B2 = 0,3% ; B3 = 0,5%. The research was conducted in three stages, namely (1) the manufacture of black garlic, (2) the manufacture of crackers, (3) testing of research parameters including brightness color, flower power, hygroscopicity, water content, ash content, antioxidant activity, total polyphenols, organoleptic preferences, and effectiveness. The data obtained were analyzed by ANOVA method and continued with DMRT (Duncan's Multiple Range Test) with 95% confidence. Organoleptic tests were analyzed using the chi-square test at the level of α (0.05).

The results found that the addition of black garlic concentration resulted in darker colored crackers, development power and hygroscopicity decreased. On the contrary, there is an increase in water content, ash content, antioxidant activities, and total polyphenol crackers produced. Increased concentration of STPP added tends to cause increased levels of cracker ash produced. The results

showed that black garlic concentration variation crackers had a real effect on color, hygroscopy, flower power, water content, ash content, antioxidant activity, and total cracker polyphenols produced. STPP concentration has a real effect on the ash content of crackers produced. Organoleptically, the concentration of STPP and black garlic has a real effect on the attributes of color, aroma, taste, and overall crackers produced. The best and preferred crackers were obtained at a concentration of black garlic 9% and STPP 0,5% with an effectiveness value of 0,64. The effectiveness value consists of hygroscopy value of 3,9% , water content of 7,44 % , antioxidants 22,38%, total polyphenols 0,185%, organoleptic color 3,8, organoleptic aroma 4,76, organoleptic flavor 5,84, organoleptic crispness 5,8, and overall organoleptic 5,68.



PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan hikmah, kekuatan, kemudahan, kesempatan, kesabaran, keikhlasan, dan segala macam kenikmatan tak terkira kepada penulis dalam mengerjakan skripsi yang berjudul ” Pengembangan Produk Kerupuk dengan Pengembangan Bawang Hitam (*Black Garlic*) dan Sodium Tripolifosfat (STPP)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknologi Hasil Petanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas adanya kerjasama, motivasi, dan bantuan dari berbagai pihak secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S. TP., M. Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Ir. Herlina, M.P. selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P. selaku dosen pembimbing anggota yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, perhatian untuk memberikan bimbingan yang tulus dan petunjuk dengan penuh kesabaran;
4. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P. selaku dosen penguji utama dan Ir, Giyarto, M. Sc. selaku dosen penguji anggota atas kecermatan dan ketelitiannya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih sempurna;
5. Segenap dosen Fakultas Teknologi Pertanian yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis;
6. Segenap teknisi laboratorium di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan petunjuk penggunaan alat selama penelitian sehingga proses penelitian berjalan lebih lancar;
7. Ayah Nanang Budi Hariwiono, Ibu Lilik Suryatini, Kakak Devi Chintya Kumalasari dan Bintoro Adi Saputro yang tak henti-hentinya mendoakan,

memberikan motivasi dan dukungannya baik materil maupun moril, tanpa kalian mungkin skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik;

8. Teman-teman seperjuangan di kelas THP A dan sahabat saya Vicky Bangun andre yang telah menjadi *support system* selama penelitian berlangsung hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik;
9. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang turut memberikan dukungan dan membantu dalam melaksanakan penelitian skripsi sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Besar harapan agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Penulis menyadari bawa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan bermanfaat guna kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ni membawa manfaat dan menambah pengetahuan bagi pembaca.

Jember, November 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY.....	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
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 Kerupuk	4
2.2 <i>Black Garlic</i>	6
2.2.1 Definisi <i>Black Garlic</i>	6
2.2.2 Kandungan <i>Black Garlic</i>	6
2.2.3 Manfaat <i>Black Garlic</i> Pada Bidang Pangan.....	8
2.3 Antioksidan	8
2.3.1 Definisi Antioksidan	8
2.3.2 Manfaat Antioksidan.....	9
2.4 Amilosa dan Amilopektin	9

2.5 STPP (Sodium Tripolifosfat)	11
2.6 Gelatinisasi Pati	13
BAB 3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	15
3.2.1 Alat Penelitian.....	15
3.2.2 Bahan Penelitian	15
3.3 Pelaksanaan Penelitian	16
3.3.1 Rancangan Percobaan	16
3.3.2 Rancangan Penelitian.....	16
3.4 Parameter Penelitian	17
3.5 Prosedur Analisis	19
3.5.1 Uji Warna (Kecerahan) dengan <i>Color Reader</i>	19
3.5.2 Uji Daya Kembang	19
3.5.3 Uji Sifat Higroskopis Metode Penimbangan	20
3.5.4 Uji Kadar Air Metode Oven Kering	20
3.5.5 Uji Kadar Abu Metode Oven Kering.....	20
3.5.6 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH.....	21
3.5.7 Uji Kandungan Total Polifenol Metode <i>Folin-Ciocalteu</i>	22
3.5.8 Uji Organoleptik Kesukaan Skoring.....	23
3.5.9 Uji Efektivitas	23
3.6 Analisis Data	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Karakteristik Fisik Kerupuk	25
4.1.1 Warna (Kecerahan)	25
4.1.2 Daya Kembang.....	26
4.1.3 Higroskopositas.....	28
4.2 Karakteristik Kimia Kerupuk	29
4.2.1 Kadar Air	29
4.2.2 Kadar Abu.....	30
4.2.3 Total Polifenol	32

4.2.4 Aktivitas Antioksidan	33
4.3 Uji Organoleptik Kesukaan Skoring.....	35
4.3.1 Warna.....	35
4.3.2 Aroma	36
4.3.3 Rasa.....	37
4.3.4 Kerenyahan	38
4.3.5 Keseluruhan	40
4.4 Uji Efektivitas	41
BAB 5. PENUTUP.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Persyaratan mutu dan keamanan pangan kerupuk protein dan non protein	5
2.2 Perbandingan sifat karakteristik amilopektin dan amilosa.....	11
2.3 Perbandingan sifat beberapa sumber pati.....	11
2.4 Suhu gelatinisasi pada berbagai sumber pati	14
3.1 Rasio perbedaan konsentrasi <i>black garlic</i> dan STPP.....	16
4.1 Uji efektivitas kerupuk pada berbagai konsentrasi <i>black garlic</i> dan STPP	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proses katabolisme γ -glutamyl-s-allylcysteine menjadi s-allylcysteine	7
2.2 Struktur rantai molekul amilopektin dan amilosa	10
3.1 Diagram alir pembuatan <i>black garlic</i>	17
3.2 Diagram alir pembuatan kerupuk.....	18
4.1 Nilai kecerahan kerupuk	25
4.2 Nilai daya kembang kerupuk	27
4.3 Nilai higroskopositas kerupuk	28
4.4 Nilai kadar air kerupuk.....	30
4.5 Nilai kadar abu kerupuk.....	31
4.6 Nilai total polifenol kerupuk	32
4.7 Nilai aktivitas antioksidan kerupuk.....	34
4.8 Nilai kesukaan warna kerupuk	35
4.9 Nilai kesukaan aroma kerupuk.....	36
4.10 Nilai kesukaan rasa kerupuk	38
4.11 Nilai kesukaan kerenyahan kerupuk	39
4.12 Nilai kesukaan keseluruhan kerupuk	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Data warna (kecerahan) kerupuk	50
4.2 Data daya kembang kerupuk	51
4.3 Data higroskopisitas kerupuk	53
4.4 Data kadar air kerupuk	54
4.5 Data kadar abu kerupuk	56
4.6 Data polifenol kerupuk	57
4.7 Data aktivitas antioksidan kerupuk	59
4.8. Data organoleptik kesukaan skoring kerupuk	61
4.9 Data hasil perhitungan uji efektivitas kerupuk	76
4.10 Dokumentasi tahapan penelitian	77
4.11 Contoh kuisisioner uji kesukaan skoring kerupuk	84

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerupuk merupakan jenis makanan ringan yang digunakan sebagai makanan pendamping utama. Berdasarkan data hasil ekspor kerupuk pada tahun 2010-2015 telah mengalami peningkatan di setiap tahunnya. Kerupuk udang mengalami peningkatan sebesar 6,9% dan kerupuk lainnya sebesar 16,22% (Kemendag, 2016). Kerupuk yang dijual di pasaran umumnya belum memiliki keunikan atau keunggulan khusus. Beberapa produk kerupuk yang dijual menggunakan bahan tambahan pangan yang tidak *food grade* sehingga dapat menyebabkan penurunan efek kesehatan yang berbahaya apabila dikonsumsi dalam jangka panjang. Kasus kerupuk yang dibuat menggunakan bahan tambahan kimia berbahaya seperti penyedap makanan, pewarna sintetis dan pengemulsi (*bleng*) atau boraks masih terjadi. Hasil penelitian Hartati (2017), mengenai kerupuk yang mengandung boraks di Surabaya 12 sampel kerupuk yang diuji positif mengandung boraks. Menurut Mayasari, (2012) dan Mayori dkk., (2013), penggunaan boraks dan pewarna sintetis (seperti rhodamin B) sangat tidak dianjurkan, karena dapat membahayakan kesehatan, seperti kerusakan ginjal dan atrofi testis.

Pengembangan produk kerupuk melalui peningkatan kualitas, citarasa, dan kemanfaatannya untuk kesehatan sangat diperlukan agar memenuhi kebutuhan konsumen. Menurut Pancapalaga (2005), peningkatan kualitas kerupuk dapat dilakukan dengan membuat tekstur kerupuk yang renyah, peningkatan volume pengembangan, analisis kimia seperti kadar air, dan uji sensoris. Penggunaan bahan baku dan bahan tambahan pangan yang diijinkan atau *food grade* juga dapat meningkatkan kualitas dalam keamanan produk bagi konsumen. Salah satu upaya untuk mengembangkan produk kerupuk adalah penambahan *black garlic* dan sodium tripolifosfat (STPP). Penambahan *black garlic* akan menghasilkan kerupuk dengan kualitas tinggi dan warna alami, serta mempunyai kemanfaatan untuk kesehatan yaitu sebagai sumber antioksidan. STPP akan menggantikan *bleng* sebagai pengemulsi adonan yang *food grade*. Penambahan *black garlic* yang

memiliki sifat fungsional dapat memberikan manfaat bagi tubuh, yang telah teruji pada berbagai penelitian seperti antikanker, antiinflamasi, dan antiobesitas (Kimura dkk., 2016). Salah satu sifat fungsional *black garlic* yaitu adanya kandungan antioksidan yang lebih tinggi dibanding bawang putih. Berdasarkan nilai TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*) antioksidan *black garlic* sebesar 59,2 $\mu\text{mol/g}$ lebih tinggi dibandingkan bawang putih biasa yaitu sebesar 13,3 $\mu\text{mol/g}$ basah (Lee, 2009). Secara *in vivo* kemampuan *black garlic* untuk menurunkan resiko penyakit hati pada uji AST (Tes Aspartat Aminotransferase) sebesar 38,7% dan uji ALT (Tes Alanine Aminotransferase) sebesar 27,3%. (Kim dkk., 2011).

Kualitas kerupuk ditentukan oleh volume pengembangan dan kerenyahan. STPP sebagai pengental adonan kerupuk mampu memberikan sifat fisik yang baik pada kerupuk. Penggunaan STPP sebesar 0,5% menghasilkan karakteristik fisik pada volume pengembangan yang relatif sama dengan penggunaan *bleng* pada konsentrasi yang sama yaitu sebesar 69,6% (Adisaputra dkk., 2014).

Pembuatan kerupuk dapat dilakukan dengan mencampurkan bahan baku hingga menjadi adonan, pencetakan, perebusan, pendinginan, pengirisan, penjemuran, dan penggorengan. Pembuatan adonan dapat dilakukan dengan mencampurkan bahan dasar dan bahan tambahan. Bahan dasar pada pembuatan kerupuk yaitu tapioka, terigu, dan air. Penambahan bahan tambahan seperti *black garlic* dan STPP pada kerupuk dapat menciptakan ciri khas pada kerupuk. Hal tersebut dapat memiliki nilai tambah dengan adanya antioksidan dan perenyah kerupuk yang *food grade* sehingga baik bagi konsumen. Hingga saat ini belum ada informasi yang komprehensif tentang kerupuk yang ditambahkan *black garlic* dan STPP sehingga perlu dilakukan penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Pembuatan kerupuk yang dilakukan oleh beberapa produsen masih menggunakan bahan tambahan yang tidak *foodgrade* seperti pewarna makanan hingga pengental adonan boraks atau *bleng*, hal tersebut dapat mengancam kesehatan apabila dikonsumsi dalam jangka panjang. Selain itu, kerupuk yang

dijual tidak memiliki ciri khas atau nilai fungsional yang dapat memberikan dampak kesehatan yang lebih baik. Penambahan *black garlic* dan STPP pada konsentrasi yang berbeda diduga dapat menyebabkan perubahan fisik, kimia, dan organoleptik pada kerupuk sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai variasi konsentrasi *black garlic* dan STPP yang dapat menghasilkan kerupuk dengan sifat yang baik dan disukai.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi *black garlic* dan konsentrasi STPP terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik kerupuk yang dihasilkan.
2. Mengetahui konsentrasi *black garlic* dan konsentrasi STPP yang tepat sehingga dihasilkan kerupuk dengan karakteristik yang baik dan disukai.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini, yaitu:

1. Meningkatkan nilai fungsional pada kerupuk.
2. Mengganti penggunaan *bleng* pada kerupuk.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerupuk

Kerupuk merupakan makanan pendamping yang banyak dikonsumsi sebagai camilan. Konsumsi kerupuk pada tahun 2010-2015 telah mengalami peningkatan di setiap tahunnya. Kerupuk udang mengalami peningkatan konsumsi sebesar 6,9% dan konsumsi kerupuk lainnya sebesar 16,22% (Kemendag, 2016). Selain tingkat konsumsi, jumlah penjualan kerupuk Indonesia untuk ekspor juga mengalami peningkatan. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian Republik Indonesia ekspor kerupuk tahun 2018 mengalami peningkatan 61,3% di tahun 2017 (Kemenperin, 2018).

Kerupuk merupakan olahan yang dibuat dengan bahan dasar pati dan bahan lainnya. Adonan dapat dibuat dengan menggunakan bahan dasar yang mengandung pati seperti umbi-umbian ataupun kentang. Disamping itu, terdapat penambahan bahan lainnya yang kemudian dicampur hingga membentuk adonan kerupuk (Purwanti, 2011). Terdapat beberapa olahan kerupuk yang menambahkan bahan tambahan karena memiliki sifat fungsional berupa antioksidan, yaitu kerupuk lidah buaya dan kerupuk kubis merah. Kerupuk lidah buaya yang dihasilkan memiliki kandungan antioksidan sebesar 66,7 % sebelum digoreng dan 11,69 % setelah digoreng (Rosiani, 2015). Kerupuk kubis merah memiliki kandungan antioksidan sebesar 52,42 % pada kerupuk mentah dan 23,93 % pada kerupuk matang (Putri, 2018).

Adanya pati dan air pada adonan kerupuk akan terbentuk gelatinisasi. Campuran pati dan air serta bahan tambahan lainnya menghasilkan adonan kerupuk yang homogen dan liat (Wijandi dkk., 2005). Salah satu kualitas kerupuk yang baik yaitu memiliki tekstur yang renyah dan berongga. Kerenyahan kerupuk memiliki pengaruh dari segi kualitas kerupuk yang dihasilkan serta berperan dalam umur simpannya. (Wiratakusumah dkk., 1989). Kenampakan, volume pengembangan, analisis kadar air, kadar protein, kadar lemak, dan uji organoleptik juga merupakan kriteria dalam menentukan kualitas kerupuk yang baik (Pancapalaga, 2005).

Kerupuk dapat dibuat dalam beberapa tahap seperti yang telah dilakukan oleh Rosida (2009), yang menyatakan bahwa proses pembuatan kerupuk diawali dengan mencampurkan bahan baku hingga menjadi adonan, pencetakan, pengukusan, pendiaman, pengirisan, pengeringan, dan penggorengan. Proses pengolahan kerupuk dapat mengakibatkan adanya pengembangan adonan. Pengembangan tersebut dapat terjadi akibat adanya proses ekspansi dari uap air selama pengukusan. Proses tersebut akan membuat volume adonan menjadi porus dan mengembang. Selain itu, selama proses penggorengan akan menghasilkan peningkatan suhu tinggi sehingga menghasilkan tekanan uap yang dapat mendesak gel pati. Proses ini akan menghasilkan rongga-rongga udara pada kerupuk. (Koswara, 2009).

Kerupuk memiliki kandungan yang berbeda-beda tergantung dari bahan yang digunakan. Bahan-bahan yang ditambahkan seperti udang, ikan, bahan tambahan pangan, dan lain-lain. Bahan tambahan pangan yang digunakan dapat berupa bahan aditif sintetis seperti STPP, pewarna makanan, pengawet makanan. Bahan tambahan pangan dapat memberikan efek yang berbahaya apabila konsentrasinya tidak sesuai dengan yang seharusnya. Pembuatan kerupuk dengan kualitas yang aman bagi konsumen perlu dilakukan sehingga konsumen dapat terbebas dari produk yang berbahaya. Persyaratan mutu dan keamanan pangan kerupuk protein dan non protein menurut SNI 0272-1990 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan mutu dan keamanan pangan kerupuk protein dan non protein

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan Kerupuk Protein	Persyaratan Kerupuk non Protein
Air	% b / b	Maks. 12,0	Maks. 12,0
Abu	% b / b	Maks. 2,0	Maks. 2,0
Protein	% b / b	Min. 5,0	-
Warna, bau, rasa	-	Normal	Normal
Benda asing	% b / b	Tidak nyata	Tidak nyata

Sumber: BSN (1990)

Nilai gizi daripada kerupuk sebelum dan setelah digoreng mengalami perubahan. Kadar protein kerupuk mentah berkisar antara 0,97 – 11,04 % berat basah, kadar lemak 1,40 – 12,10 % berat basah, dan kadar pati berkisar antara 10,27 – 26,37% berat basah. Hasil nilai gizi kerupuk setelah digoreng pada kadar

air berkisar antara 1,05 – 5,48 % berat basah dan kadar lemak berkisar antara 14,38 – 25,33 % berat basah. Perubahan nilai gizi diakibatkan adanya suhu tinggi selama penggorengan dan penyerapan minyak goreng ke dalam kerupuk (Koswara, 2009).

2.2 *Black Garlic*

2.2.1 Definisi *Black Garlic*

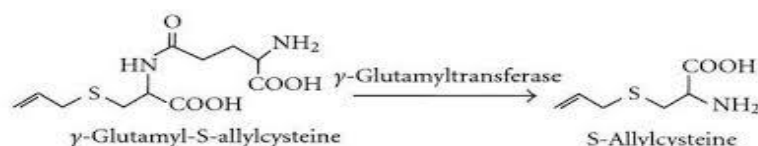
Black garlic adalah produk pangan fungsional yang terbuat dari hasil pemanasan bawang putih. *Black garlic* memiliki warna yang hitam, rasa yang manis, dan tidak berbau menyengat seperti bawang putih. Proses pemanasan dalam pembuatan *black garlic* akan meningkatkan nilai kandungan antioksidannya. Berdasarkan nilai TEAC, kandungan antioksidan *black garlic* sebesar $59,2 + 0,8 \mu\text{mol/g}$ berat basah lebih tinggi dibanding bawang putih sebesar $13,3 + 0,5 \mu\text{mol/g}$ berat basah (Lee dkk., 2009).

Black garlic dapat terbentuk karena adanya proses *aging* atau proses pemeraman suhu tinggi. Menurut Zhafira (2018), selama proses *aging*, senyawa allicin berubah menjadi komponen antioksidan seperti S-allyl cystein (SAC), tetrahydro- β -carbolines, alkaloids, dan flavonoid sehingga produk *black garlic* ini tidak memiliki *flavor* yang kuat seperti bawang putih. Beberapa faktor proses *aging* adalah waktu dan suhu yang digunakan. Waktu dan suhu yang digunakan untuk proses *aging* bawang putih akan mempengaruhi komponen bioaktifnya. Umumnya, semakin lama waktu dan suhu pada proses *aging* akan menunjukkan perubahan warna yang semakin gelap seperti warna coklat gelap pada *black garlic* serta rasanya menjadi manis segar yang disebabkan karena terjadi transformasi alliin menjadi allicin sebagai inaktivasi panas alliinase (Nelwida, 2019). Menurut Handayani (2018), pada proses *aging* terjadi suatu reaksi yang bernama reaksi *maillard*. Reaksi *maillard* dapat menyebabkan perubahan warna, bau, serta rasa asli pada bawang putih.

2.2.2 Kandungan *Black Garlic*

Black garlic memiliki senyawa bioaktif yaitu SAC (*S-allyl cysteine*), *flavanoids*, dan *polyphenol*. Ketiga senyawa tersebut didapatkan saat proses pemanasan selama pembuatan *black garlic*. Semakin lama pemanasan yang diberikan akan meningkatkan kandungan antioksidan pada *black garlic* yang semula sebesar 3,22 mg RE/g menjadi 15,70 mg RE/g pada hari ke 35 (Choi dkk., 2014). Senyawa aktif *black garlic* memiliki beberapa manfaat yaitu antikanker, antiinflamasi, dan antiobesitas (Kimura dkk., 2016). Kandungan senyawa yang terdapat pada *black garlic* mengalami peningkatan dibandingkan bawang putih yaitu sebesar 4,5 kali lipat untuk aktivitas antioksidan, 4,19 kali lipat untuk kandungan total polifenol, dan 4,77 kali lipat untuk kandungan flavanoid (Kimura dkk., 2016). Selain itu, terjadi peningkatan kandungan SAC pada *black garlic*. Peningkatan SAC ini diakibatkan oleh adanya perubahan GSAC (*γ-glutamyl-S-allylcysteine*) menjadi aliin. Proses terbentuknya aliin diakibatkan adanya proses hidrolisis dan oksidasi oleh GSAC dari bawang putih. Selanjutnya, Aliin dikonversi menjadi allicin oleh allinase setelah proses penghancuran hingga pemanasan. Proses inilah yang akan mengubah GSAC menjadi SAC (Lee dkk., 2009).

Antioksidan pada *black garlic* yaitu SAC. Proses terbentuknya SAC karena adanya proses katabolisme GSAC. SAC memiliki bentuk fisik serbuk yang berwarna putih dengan bau khas serta bersifat stabil hingga dua tahun. Kemampuan SAC pada *black garlic* diantaranya dapat memperbaiki kerusakan oksidatif, penyakit alzheimer, penyakit perubahan kardiovaskuler, stroke, kanker, dan penyakit degeneratif lainnya. (Bae dkk., 2014). Proses katabolisme GSAC menjadi SAC dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses katabolisme γ -glutamyl-s-allylcysteine menjadi s Allylcysteine
(Sumber: Bae dkk., 2014)

2.2.3 Manfaat *Black Garlic* Pada Bidang Pangan

Black garlic memiliki sifat fungsional yang baik bagi kesehatan. Sifat fungsional tersebut berupa kandungan antioksidan dan polifenol yang memiliki nilai jual yang tinggi. Banyak studi yang telah dilakukan, salah satunya bahwa kandungan antioksidan ini bisa digunakan untuk mencegah komplikasi diabetes (Lee dkk., 2009).

Black garlic dapat memberikan warna alami yaitu hitam dan juga menghasilkan rasa manis pada produk. Warna hitam dan rasa manis didapatkan dari proses aging selama 30 hingga 40 hari. Selama proses *aging* tersebut terjadi proses pembentukan senyawa melanoidin dari gula dan asam amino (Handayani, 2018). Perubahan warna menjadi hitam berkaitan dengan adanya panas saat suhu tinggi berlangsung sehingga terjadi reaksi *maillard* yang dikenal sebagai reaksi pencoklatan non enzimatis (Nursten, 2005). Senyawa adori yang dihasilkan akibat adanya reaksi glukosa dengan asam amino yang menyebabkan warna *black garlic* menjadi hitam (Ames, 1998). Rasa manis pada *black garlic* disebabkan karena adanya reaksi hidrolisis polisakarida menjadi monosakirida selama proses *aging* (Zhang dkk., 2014). Peningkatan gula pereduksi pada *black garlic* mengalami peningkatan selama *aging* dikarenakan kadar air pada bahan berkurang (Wulandari, 2017).

2.3 Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa bioaktif yang dimanfaatkan diberbagai bidang yaitu bidang pangan, kesehatan, dan kosmetik. Antioksidan dalam bidang pangan umumnya digunakan sebagai bumbu-bumbuan berbagai jenis makanan dan minuman penyegar tradisional (Fardiaz, 1995). Namun, antioksidan juga dapat mencegah kanker atau membunuh mikrobia yang pemanfaatan tersebut digunakan di bidang kesehatan (Masuda dkk., 1994).

2.3.1 Definisi Antioksidan

Senyawa antioksidan memiliki kemampuan yang dapat menghambat proses oksidasi lemak melalui inhibisi proses propagasi reaksi rantai oksidatif atau inisiasi. Sifat antioksidan dapat menangkal radikal bebas dan mengakhiri rantai

reaksi yang membahayakan. Hal tersebut dilakukan dengan cara menyingkirkan intermediet radikal serta dapat menghambat reaksi oksidasi lain sehingga tidak terjadi oksidasi (Noviani, 2010).

Antioksidan memiliki sifat yang mudah bereaksi dengan radikal bebas dibandingkan dengan molekul lainnya. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan antioksidan bersifat reduktor kuat atau mudah teroksidasi dibanding dengan molekul lainnya. Molekul lain akan memberikan keefektifitan pada antioksidan untuk mengetahui seberapa kuat oksidasinya. Semakin sulit teroksidasi maka semakin tidak efektif antioksidan tersebut (Noviani, 2010).

2.3.2 Manfaat antioksidan

Menurut Sukardi (2001), antioksidan memiliki manfaat sebagai:

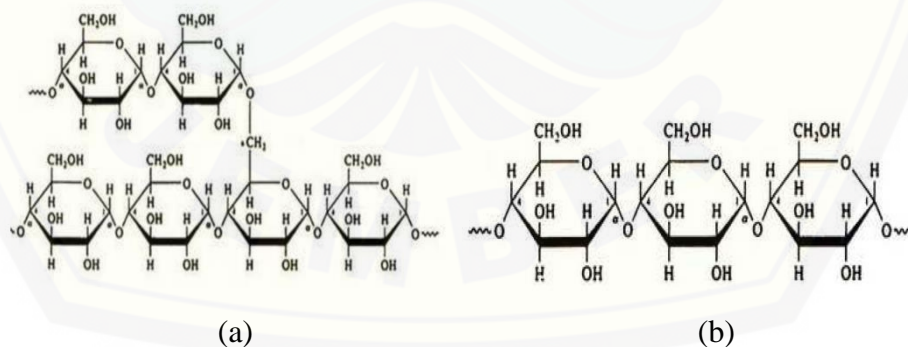
1. Memperlambat proses autooksidasi dengan cara mendonorkan atom hidrogen pada radikal bebas sehingga membentuk kembali molekul lemak.
2. Menghentikan reaksi oksidasi berantai dengan cara mendonorkan atom hidrogen pada radikal bebas sehingga terbentuk radikal bebas antioksidan dan hidroperoksida. Radikal bebas antioksidan akan lebih stabil daripada radikal bebas lemak dikarenakan struktur resonansi elektron dalam cincin aromatik antioksidan.
3. Mencegah kerusakan sel tubuh manusia dan dapat meningkatkan masa simpan produk-produk hasil pertanian yang banyak mengandung lemak atau minyak.

Terdapat beberapa penelitian yang menunjukkan kapabilitas antioksidan sebagai sifat fungsional. Penelitian yang dilakukan oleh Yakinudin dkk., (2014), menunjukkan bahwa pengujian secara *in vivo* menghasilkan aktivitas antioksidan pada ekstrak benalu teh mampu mengurangi tingkat peroksidasi lipid pada serum secara signifikan sebesar 53.4% pada dosis 250 mg/kg BB tikus. Penelitian lainnya mengenai antioksidan pada *black garlic* menunjukkan bahwa penggunaan antioksidan *black garlic* mampu mengurangi secara signifikan serum MDA (*Malondialdehyde*) pada tikus dikonsentrasi 20-40 mg/kg (Wang dan Sun, 2016).

2.4 Amilosa dan Amilopektin

Pati tersusun dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan adanya suhu tinggi air. Fraksi yang lebih mudah larut dalam air yaitu amilosa, sedangkan fraksi yang tidak larut air disebut amilopektin. Karakteristik dari amilosa yakni memiliki struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-glikosidik. Panjang rantai yang dimiliki amilosa berkisar antara 250 – 2000 unit D-glukosa. Ukuran molekul amilosa berbeda-beda tergantung dari tingkat kematangan dan jenis patinya. Panjang rantai polimer amilosa dipengaruhi oleh sumber pati serta berpengaruh terhadap berat molekul amilosa (Fennema, 1976).

Struktur kimia amilopektin sama seperti dengan amilosa. Perbedaan diantara keduanya yaitu amilopektin memiliki tingkat percabangan yang lebih tinggi dan berat molekul yang besar dengan ikatan α -(1,6)-glikosidik. Setiap cabang memiliki panjang rantai amilopektin berkisar 20 – 25 unit D-glukosa. Struktur molekul amilopektin lebih stabil dibandingkan dengan amilosa dikarenakan adanya rantai cabang yang menyebabkan ikatannya lebih kuat. Hal tersebut menyebabkan amilopektin tidak mudah larut dalam air dan cenderung bersifat lengket (Winarno, 1995). Struktur rantai molekul amilopektin dan amilosa dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 (a) struktur rantai molekul amilopektin dan (b) struktur molekul amilosa (Sumber: Boediono, 2012)

Amilopektin memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan amilosa dikarenakan bentuknya yang lebih rapat dan padat, tetapi memiliki viskositas yang lebih kecil (Schuiling dan Flach, 1993). Hal tersebut menunjukkan

bahwa struktur amilopektin lebih kompak apabila terdapat pada larutan yang menyebabkan lebih sulit larut dalam air. Perbandingan karakteristik amilopektin dan amilosa dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbandingan karakteristik amilopektin dan amilosa

Karakteristik	Amilopektin	Amilosa
Ikatan	$\alpha - 1,4$ dan $\alpha - 1,6$	$\alpha - 1,4$
Derajat polimerisasi	$10^4 - 10^5$	$\sim 10^3$
Panjang rantai	20 – 25	$\sim 10^3$
Bilangan kompleks iod	Ungu – coklat ($\lambda=550$ nm)	Biru ($\lambda=650$ nm)
Pembentukan lapisan film	Rapuh	Kuat
Produk hidrolisis dengan α -amilase	Oligosakarida (dominan) dan gula pereduksi (sedikit)	Maltosa, glukosa, oligosakarida, maltotriosa
Struktur umum	Bercabang	Linear

Sumber: Pomeranz (1991)

Pati yang bersumber dari bahan alami memiliki kandungan amilopektin lebih banyak dibandingkan amilosa. Rasio antara amilopektin dan amilosa tersebut yang mempengaruhi sifat pati. Apabila rasio kadar amilosa lebih tinggi maka pati tersebut akan bersifat kurang lekat, kering, dan cenderung higroskopis. Perbandingan antara amilopektin dan amilosa akan berpengaruh terhadap derajat gelatinisasi pati dan sifat kelarutannya. Pati yang memiliki kadar amilosa rendah akan memiliki suhu yang rendah pada gelatinisasinya. Tapioka tergelatinisasi pada suhu $69,56^{\circ}\text{C}$ lebih rendah daripada terigu pada suhu $82,38^{\circ}\text{C}$ (Imanningsih, 2012). Perbandingan sifat beberapa sumber pati dapat dilihat pada Tabel 2.3:

Tabel 2.3 Perbandingan sifat beberapa sumber pati

Sumber Pati	Rasio Amilpektin/Amilosa (%)	Ukuran Granula (μm)
Ubi Jalar	82/18	16,0 – 25,0
Gandum	75/25	2,0 – 35,0
Tapioka	83/17	5,0 – 35,0
Kentang	76/24	15,0 – 100,0
Jagung	74/26	5,0 – 25,0
Beras	83/17	3,0 – 8,0
Sagu	73/27	20,0 – 60,0

Sumber: Knight (1969)

2.5 STPP (Sodium Tripolifosfat)

Bahan pengental merupakan bahan tambahan pangan yang sering digunakan pada produk olahan. Salah satu pengental yang ada yaitu STPP. STPP

memiliki peranan sebagai pengikat air dalam adonan sehingga akan membentuk adonan yang keras. Kelebihan penggunaan STPP pada produk pangan dikarenakan harganya yang ekonomis, halal, mudah didapat, aman karena merupakan bahan tambahan pangan yang *food grade* (Armayuni dkk., 2015).

STPP (Sodium Tripolifosfat) memiliki fungsi sebagai bahan pengikat air dalam adonan sehingga tidak mudah menguap dan juga agar menciptakan karakteristik yang lebih kenyal. Hal yang paling mendasar pada penggunaan STPP pada makanan yaitu sebagai bahan tambahan pangan yang aman dan sebagai pengganti boraks. STPP memiliki sifat yang dapat bereaksi dengan pati. Sifat tersebut terjadi saat adanya ikatan antara pati dengan fosfat diester atau ikatan silang antar gugus hidroksil (OH). Hal tersebut dapat menyebabkan ikatan akan jauh lebih kuat, dapat menurunkan derajat pembengkakan granula, dapat tahan terhadap pemanasan, adonan lebih empuk, meningkatkan WHC (*Water Holding Capacity*), dan meningkatkan stabilitas adonan (Astika dkk., 2015). Pertumbuhan bakteri dapat dihambat dengan ditambahkan STPP sehingga tidak terjadi kerusakan bahan makanan. Hal tersebut dapat terjadi akibat adanya penurunan Aw (*water activity*) bahan dan adanya pengikatan kation logam yang bersifat esensial bagi pertumbuhan bakteri (Astika, 2015). Penggunaan STPP pada masa simpan ikan nila dengan konsentrasi 90 g/L menunjukkan pertumbuhan bakteri lebih dapat dihambat yaitu sebesar 400 CFU/g dibandingkan dengan konsentrasi 60 g/L dengan nilai 700 CFU/g dengan waktu yang sama (Yuanita, 2008).

STPP memiliki hubungan dengan pati dimana terdapat ikatan antara pati dengan fosfat diester yang menyebabkan ikatan pati menjadi lebih kuat dan dapat meningkatkan kestabilan adonan (Astika, 2015). Adanya ikatan tersebut akan menciptakan karakteristik pati yang termodifikasi sehingga dapat meningkatkan *swelling power* dan menurunkan *freeze thaw stability* dari pati dengan metode *cross-linking* (Teja dkk., 2010). Modifikasi *cross-link* yang dilakukan ke dalam suspensi pati akan membentuk ikatan dengan gugus hidroksil amilopektin atau amilosa. Hal tersebut akan memperkuat ikatan hidrogen antara molekul pati yang menyebabkan sifat pati akan berubah (Hasibuan dkk., 2016). Salah satu faktor yang mempengaruhi terbentuknya modifikasi *cross-linking* yaitu konsentrasi

STPP yang digunakan karena apabila konsentrasinya tepat maka akan meningkatkan kandungan amilosa dan *swelling power* serta menurunkan *solubility*. Penelitian modifikasi *cross-linking* menggunakan STPP pada pati sente yang dilakukan oleh Novitasari dkk., (2016) menghasilkan peningkatan kandungan amilosa dan *swelling power* dari konsentrasi 0% ke 9% secara berturut-turut yaitu 9,09% menjadi 16,13% dan 9,45 % menjadi 11,6 %. Penurunan *solubility* terjadi pada konsentrasi 0% ke 9% dengan nilai 11,19% menjadi 5,73%. Sebaliknya, apabila konsentrasi STPP terlalu tinggi maka pati akan memiliki kandungan residu fosfat yang tinggi. Penambahan konsentrasi STPP pada modifikasi *cross-linking* pati sente mengalami peningkatan kadar fosfat dari konsentrasi 0 % senilai 0,08 % menjadi 0,33 % pada konsentrasi 9%.

2.6 Gelatinisasi Pati

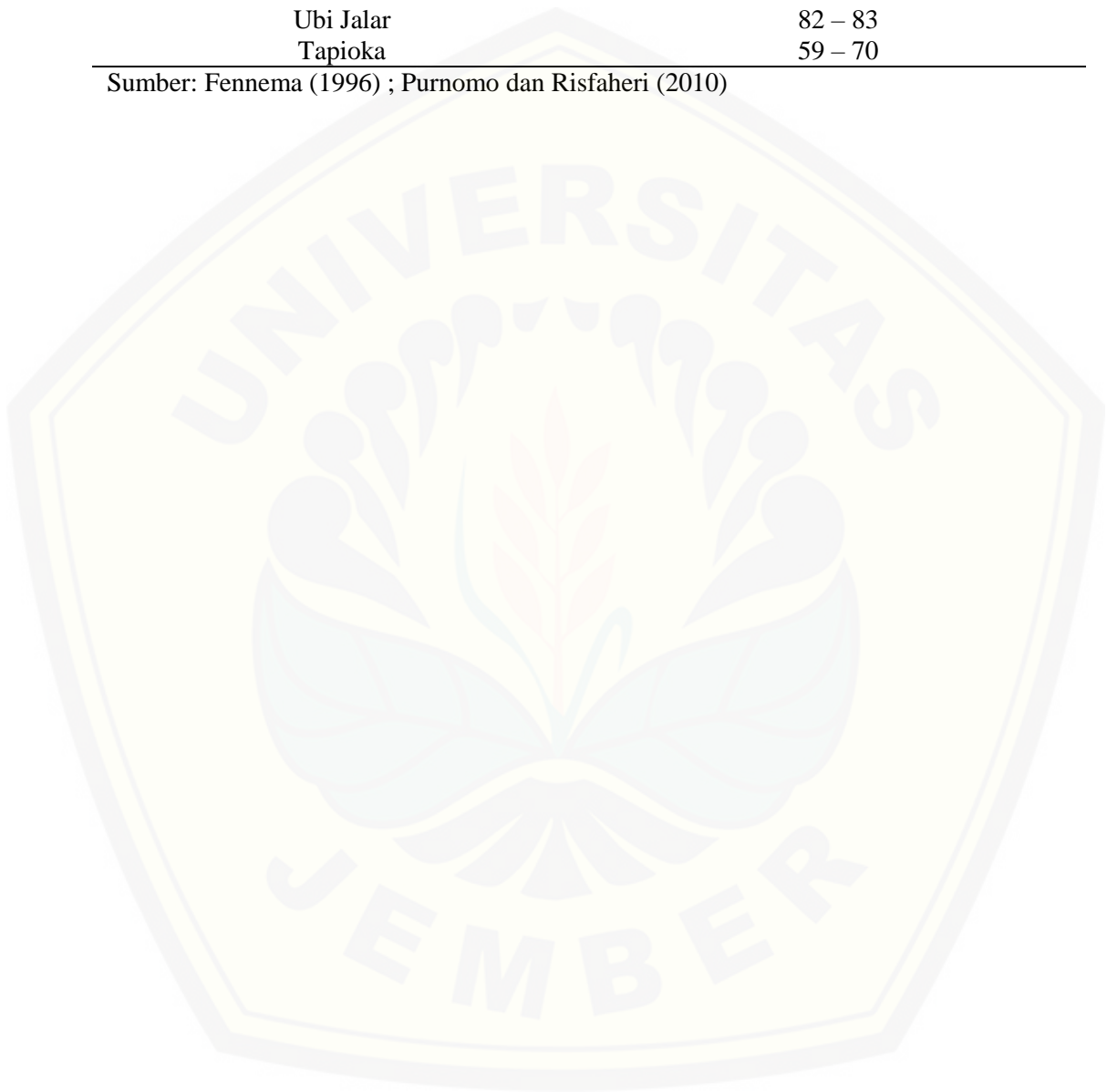
Gelatinisasi pati memiliki sifat yang tidak dapat balik. Gelatinisasi pati terjadi ketika granula pati disuspensikan dalam air yang berlebih dan dipanaskan sehingga penyerapan air akan bertambah besar. Air yang masuk ke dalam amorphous dalam granula pati dapat mengakibatkan adanya pembengkakan granula. Hal tersebut dapat merusak susunan *double helix* karena dapat menimbulkan tekanan pada daerah kristalin yang terdiri dari amilopektin. Rusaknya *double helix* akan mengganggu susunan kristalin. Penyerapan air oleh granula pati akibat adanya pemanasan akan terus berlangsung hingga granula pecah dan amilosa akan keluar. Hal tersebut dapat mengakibatkan ketidakteraturan struktur pada granula, hilangnya sifat *birefringent*, dan peningkatan viskositas suspensi pati (Roder dkk. 2005).

Suhu gelatinisasi pada setiap bahan berbeda-beda tetapi memiliki kisaran suhu tertentu. Hal tersebut disebabkan karena granula pati memiliki ukuran yang bermacam-macam. Suhu gelatinisasi akan terjadi pada titik suhu tertentu ketika terjadi sifat *birefringent* pati tidak ada atau tidak dapat balik (Fennema, 1996 ; Roder dkk., 2005). Karakteristik pati memiliki peranan penting dalam proses terjadinya gelatinisasi karena suhu pemanasannya yang berbeda-beda. Perbedaan suhu gelatinisasi berdasarkan jenis pati dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Suhu gelatinisasi pada beberapa sumber pati

Sumber Pati	Suhu Gelatinisasi (°C)
Walur	82.55
Gandum	53 – 64
Jagung	61 – 72
Beras	65 – 73
Ubi Jalar	82 – 83
Tapioka	59 – 70

Sumber: Fennema (1996) ; Purnomo dan Risfaheri (2010)



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Mei 2020 di Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian dan Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini terdiri dari peralatan untuk membuat sampel dan peralatan untuk analisa. Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan sampel berupa kerupuk yaitu pisau, timbangan, blender, baskom, kompor gas, pengaduk, loyang, pengukus, panci, timbangan (*Electronic Kitchen Scale EK3550*), *magic jar (Tiancheng TC-HSS14)*, talenan, wajan. Alat yang digunakan untuk pengujian antara lain: oven (*Memmert*), tanur pengabuan (*Nabertherm*), vortex (*Thermolyne 16700 Mixer*), *magnetic stirrer (Stuart Scientific SM 24)* spektrofotometer (*Genesys 10S UV-Vis*), desikator, kurs porselen, *muffle*, cawan, batang stirer, neraca analitik (*OHAUS*), penggaris, pipet *volume (Thermo Scientific Finnipette F2)*, kemas saring, alat-alat gelas, aluminium foil, *color reader (Minolta)*.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini meliputi *black garlic* yang diolah dengan metode Johan (2019), tapioka, terigu, *baking soda*, STPP, gula pasir, dan garam yang diperoleh dari Toko HMS Jember. Bahan lain yang digunakan untuk analisa antara lain etanol p.a, aquades, methanol, reagen *follin-cialceteu*, Na_2CO_3 , larutan asam galat, dan DPPH.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan lengkap (RAL) dengan 2 faktor yaitu konsentrasi *black garlic* dan STPP. Metode yang digunakan

dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan masing-masing perlakuan tiga kali pengulangan. Rancangan penelitian pada setiap faktor dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rasio perbedaan konsentrasi *black garlic* dan STPP

Konsentrasi <i>Black Garlic</i>	Konsentrasi STPP		
	B1	B2	B3
A1	A1B1	A1B2	A3B1
A2	A2B1	A2B2	A3B2
A3	A3B1	A3B2	A3B3

Keterangan:

a. Faktor A = Konsentrasi *Black Garlic*

- A1 = 3% / berat adonan
- A2 = 6% / berat adonan
- A3 = 9% / berat adonan

b. Faktor B = Konsentrasi STPP

- B1 = 0,1% / berat adonan
- B2 = 0,3% / berat adonan
- B3 = 0,5% / berat adonan

2.3.2 Tahapan Penelitian

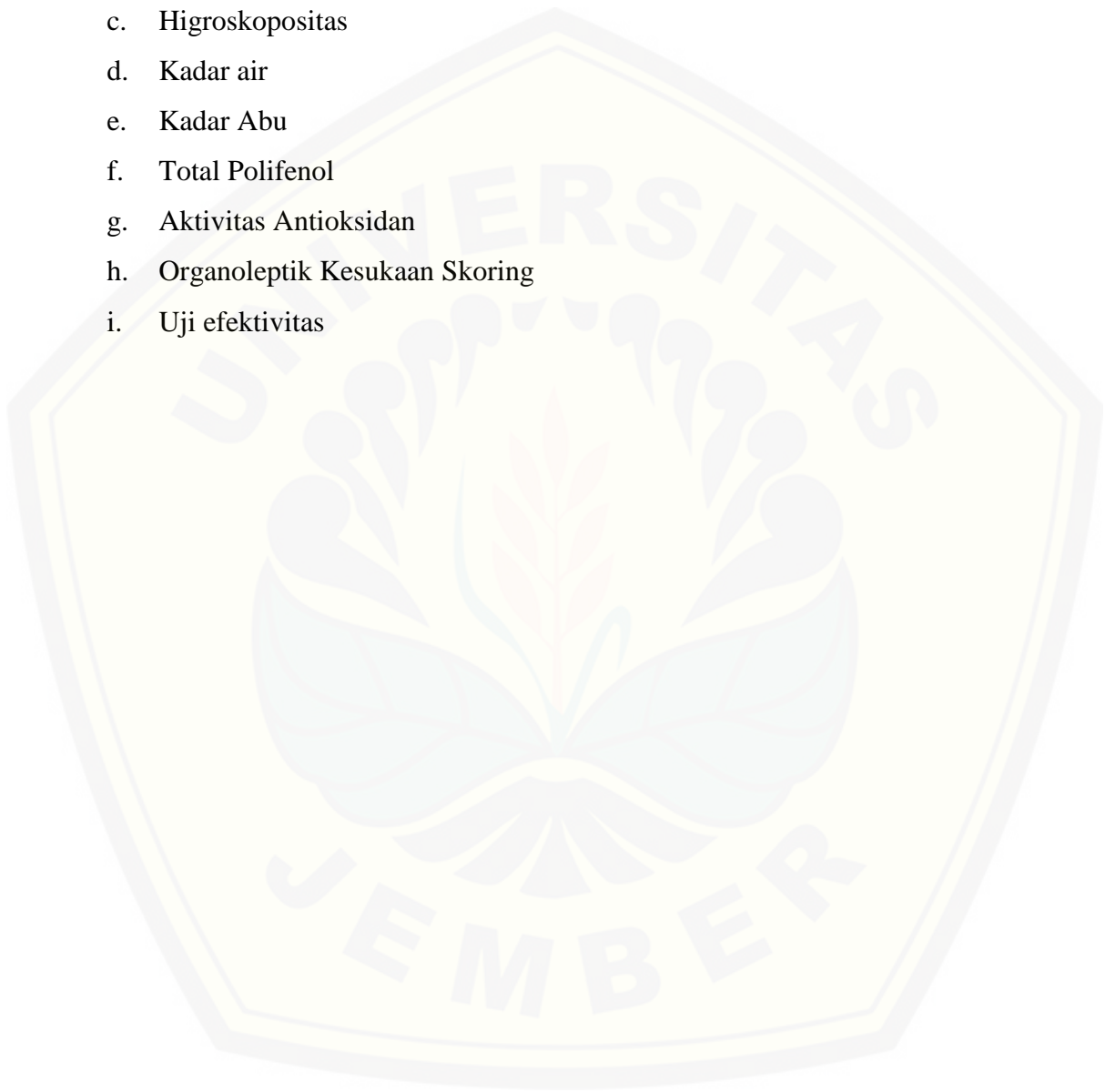
3.3.2 Tahapan Penelitian

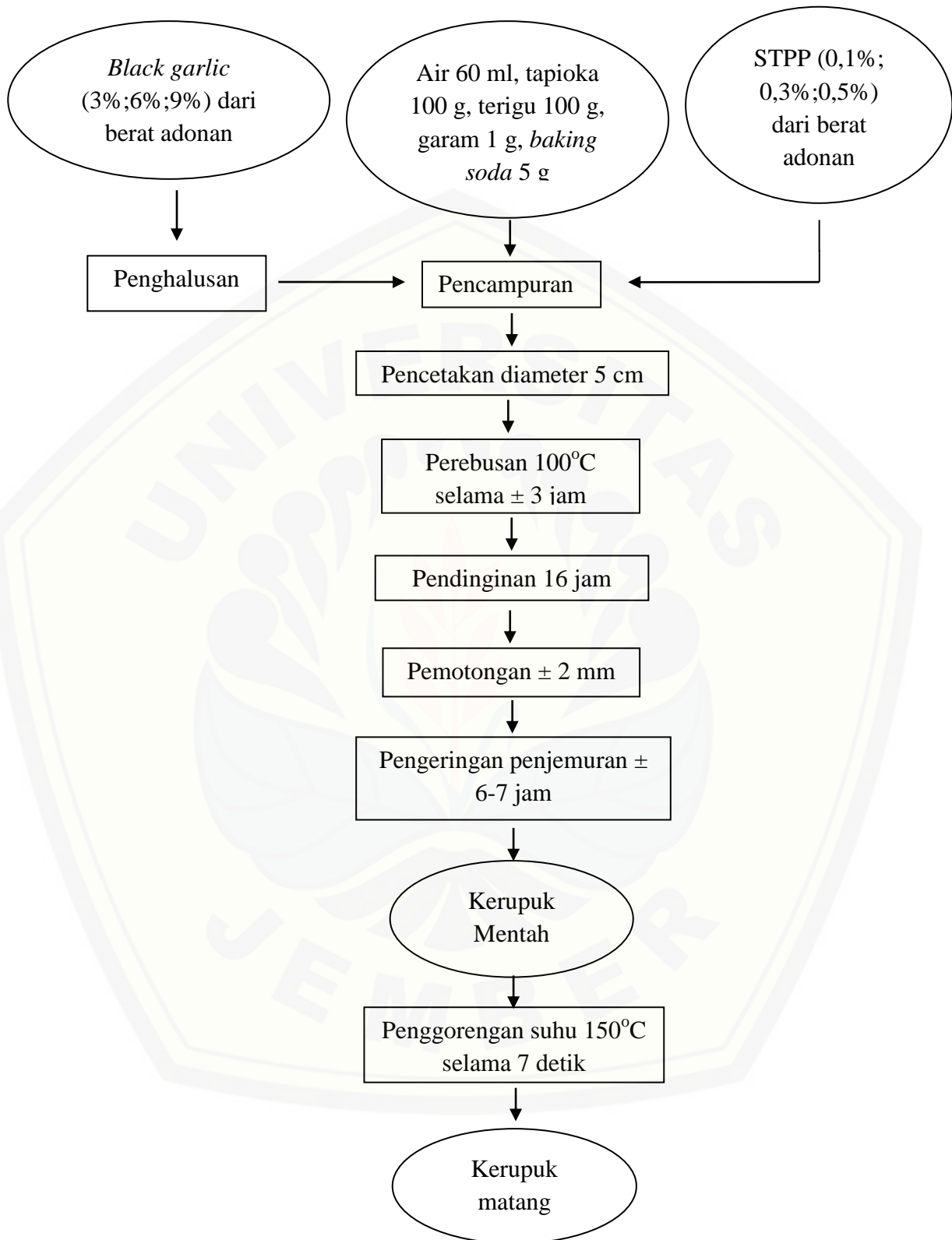
Penelitian ini dilaksanakan dengan pembuatan kerupuk *black garlic*. Pembuatan kerupuk dilakukan dengan menyiapkan beberapa bahan yaitu tapioka 100 g, terigu 100 g, dan *black garlic* (4,98 g, 9,96 g, 14,94 g) halus dilakukan pencampuran serta ditambahkan air 60 ml, *baking soda* 5 g, STPP (0,166 g, 0,49 g, 0,83 g), dan garam 1 g untuk membuat adonan. Adonan yang siap akan dimasukkan ke dalam cetakan dengan diameter 5 cm. dan dilakukan perebusan pada suhu 100°C selama \pm 3 jam. Adonan kemudian didinginkan selama \pm 16 jam, hal ini dilakukan untuk mempermudah proses pemotongan dengan ketebalan \pm 2 mm. Adonan kerupuk yang telah dipotong dilakukan proses penjemuran selama \pm 6-7 jam. Kerupuk yang telah kering dilakukan penggorengan menggunakan minyak goreng kelapa sawit 500 ml dengan suhu 150°C dan lama 7 detik pada wajan berdiameter 30 cm. Diagram alir pembuatan kerupuk dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.4 Parameter Penelitian

Parameter yang akan diamati pada penelitian ini meliputi:

- a. Warna (Kecerahan)
- b. Daya kembang
- c. Higroskopisitas
- d. Kadar air
- e. Kadar Abu
- f. Total Polifenol
- g. Aktivitas Antioksidan
- h. Organoleptik Kesukaan Skoring
- i. Uji efektivitas





Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan kerupuk

3.5 Prosedur Analisis

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi analisis warna dengan *color reader* (Weaver, 1996), daya kembang (Mustofa dan Suyanto, 2011), sifat higroskopis (Haryadi, 1990), kadar air metode oven kering (AOAC, 2000), kadar abu cara kering (Sudarmadji dkk., 1997), uji total polifenol (Anesini dkk., 2008 ; Quan dkk., 2006), uji aktivitas antioksidan metode DPPH (Gadow, 1996), uji organoleptik kesukaan skoring (Setyaningsih, 2010), dan uji efektivitas (Garmo dkk., 1984)

3.5.1 Analisis Warna (Kecerahan) dengan *Color Reader* (Weaver, 1996)

Analisis warna (kecerahan) dilakukan dengan menggunakan alat berupa *color reader*. Berdasarkan metode yang digunakan oleh Weaver (1996), sampel diletakkan pada wadah yang datar kemudian *color reader* dihidupkan. Tombol pembacaan hasil diatur pada parameter L^* . Parameter L^* menunjukkan kecerahan warna dari terang hingga gelap dengan kisaran nilai angka antara 0-100. Setelah didapatkan nilai L pada bahan maka dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$dL = L \text{ standar} \times \frac{L \text{ bahan}}{L \text{ porselin}}$$

3.5.2 Uji Daya Kembang (Mustofa dan Suyanto, 2011)

Analisa daya kembang kerupuk *black garlic* dilakukan dengan melakukan pengukuran diameter kerupuk mentah dan setelah digoreng. Dilakukan 8 kali pengukuran diameter kerupuk pada sisi yang berbeda-beda. Setelah itu, dilakukan penghitungan rata-rata diameter kerupuk *black garlic* sebelum (A) dan sesudah digoreng (B). Nilai daya kembang didapatkan dengan menghitung selisih antara nilai diameter sesudah digoreng (B) dan sebelum digoreng (A).

$$\text{Daya Kembang (cm)} = \pm B - \pm A$$

3.5.3 Uji Higroskopositas Metode Penimbangan (Haryadi, 1990)

Uji higroskopositas pada kerupuk *black garlic* dapat dilakukan dengan cara meletakkan kerupuk matang di udara terbuka selama 4 jam. Higroskopositas dinyatakan sebagai selisih berat kerupuk setelah didiamkan 4 jam (Y) dengan berat kerupuk sebelum didiamkan (X) dibagi dengan berat kerupuk sebelum didiamkan (X) lalu dikalikan 100%. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Higroskopositas} = \frac{Y-A}{A} \times 100\%$$

3.5.4 Analisa Kadar Air Metode Oven Kering (AOAC, 2000)

Cawan yang telah dikeringkan pada oven alat dengan suhu 105°C selama 24 jam. Cawan dilakukan penimbangan sebagai (A). Cawan ditambahkan sampel sebanyak 2 gram (B). Total berat cawan dan sampel dinyatakan sebagai (C). Cawan yang telah berisi sampel dimasukkan ke dalam oven kadar air tahap 1 selama 24 jam dengan suhu 105°C. Setelah 24 jam, cawan yang berisi sampel dimasukkan ke dalam desikator 15 menit dan dilakukan penimbangan (X). Cawan dimasukkan ke dalam oven kadar air tahap 2 dengan suhu 105°C selama 24 jam. Cawan dilakukan penimbangan hingga sampel konstan (Y). Sampel dapat dinyatakan konstan apabila selisih pengurangan kadar air sampel ≤ 0.0002 gram. Kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = (Y - X) \times 100\%$$

3.5.5 Analisa Kadar Abu Metode Oven Kering (Sudarmadji dkk., 1997)

Kurs porselen dioven selama 15 menit untuk menghilangkan air yang terdapat pada kurs. Kurs porselen ditimbang sebagai berat cawan kosong. Bahan dihancurkan hingga halus dan ditimbang seberat 2 gram pada kurs porselen. Kurs porselen yang berisi sampel dikeringkan dalam *muffle* pada suhu 500-600°C selama 3-5 jam. *Muffle* dimatikan hingga dingin kemudian dipanaskan dalam oven

selama 15 menit. Kurs porselen diambil dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang berat akhir kurs porselen. Kadar abu dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{berat akhir} - \text{berat cawan kosong}}{\text{berat bahan awal}} \times 100\%$$

3.5.6 Uji Kandungan Total Polifenol Metode *Folin-Ciocalteu* (Anesini dkk., 2008 ; Quan dkk., 2006)

a. Pembuatan Larutan Asam Galat

Sejumlah 10 mg asam galat disiapkan kemudian dilarutkan ke dalam 10 ml metanol. Dilakukan pencampuran dengan menggunakan batang stirer selama 5 menit. Setelah itu, dilakukan peneraan pada labu ukur 10 ml dengan menggunakan metanol.

b. Pembuatan Larutan Na_2CO_3

Disiapkan larutan Na_2CO_3 7% sebanyak 3,5 gram yang kemudian dilarutkan dengan aquades sebanyak 25 ml. Dilakukan pencampuran dengan menggunakan batang stirer selama 5 menit. Setelah tercampur, dilakukan peneraan pada labu ukur 50 ml dengan aquades.

c. Pengujian Kandungan Total Polifenol

Sejumlah 2 ml sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Tabung reaksi ditambahkan aquades sebanyak 3 ml. Larutan *folin-Ciocalteu* ditambahkan sebanyak 0,5 ml ke dalam tabung reaksi. Tabung reaksi dilakukan vortek dan didiamkan selama 5 menit. Larutan Na_2CO_3 sebanyak 1 ml ditambahkan ke dalam tabung reaksi dan dilakukan vortek. Tabung reaksi dilakukan penutupan dengan alumunium foil dan didiamkan selama 60 menit. Larutan dalam tabung reaksi tersebut diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 765 nm dengan aquades sebagai blanko.

d. Pengukuran Kurva Standar

Sejumlah 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, dan 175 μl larutan asam galat dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berbeda-beda. Pada setiap tabung reaksi ditambahkan aquades sebanyak hingga total volume mencapai 5 ml. Larutan *folin-*

Ciocalteu sebanyak 0,5 ml ditambahkan di setiap tabung reaksi dan dilakukan vortek. Tabung reaksi yang berisi larutan didiamkan selama 5 menit. Larutan Na_2CO_3 sebanyak 1 ml ditambahkan di setiap tabung reaksi dan dilakukan vortek. Tabung reaksi ditutup dengan aluminium foil dan didiamkan selama 60 menit. Larutan dalam tabung reaksi tersebut diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 765 nm dengan aquades sebagai blanko.

3.5.7 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH (Gadow, 1996)

a. Pembuatan Larutan Sampel

Sejumlah 0,5 gram sampel ditimbang dan dilarutkan dengan etanol p.a. Dilakukan pencampuran dengan menggunakan batang stirer selama 30 menit. Larutan disaring ke dalam labu ukur 50 ml. Hal tersebut dilakukan sebanyak 3 kali dengan total volume 50 ml. Larutan dilakukan peneraan dengan etanol p.a pada labu ukur 50 ml tersebut.

b. Pembuatan Larutan DPPH

Dilakukan pembuatan larutan DPPH dengan konsentrasi $400\mu\text{M}$ dengan cara mencampurkan 0,0078 gram DPPH ke dalam larutan etanol p.a sebanyak 50 ml. Dilakukan peneraan pada labu ukur 50 ml dengan etanol p.a.

c. Pengujian Antioksidan

Aktivitas antioksidan dianalisa berdasarkan kemampuannya menangkap radikal bebas (*Radical Scavenging Activity* atau RSA) *diphenylpicrylhydrazyl* (DPPH) dan dihitung sebagai persen penghambatan terhadap DPPH, menurut metode yang dikembangkan oleh Gadow (1996) dengan modifikasi. Dilakukan pengambilan 1,9 ml sampel ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan etanol p.a sebanyak 0,1 ml dan dilakukan pencampuran dengan menggunakan vortek. Ditambahkan larutan DPPH $400\mu\text{M}$ sebanyak 2 ml. Dilakukan penutupan tabung reaksi dengan aluminium foil dan didiamkan selama 30 menit. Larutan diukur nilai absorbansinya dengan spektrofotometer 517 nm. Nilai absorbansi blanko didapatkan dengan mencampurkan larutan DPPH $400\mu\text{M}$ sebanyak 2 ml dengan etanol p.a yang dilakukan pendiaman selama 30 menit dalam keadaan tertutup.

Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam persen penghambatan terhadap DPPH yaitu:

$$\% \text{ Penghambatan} = \frac{\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi blanko}}$$

3.5.8 Uji Organoleptik Skoring Kesukaan (Setyaningsih, 2010)

Panelis diminta untuk menilai kesukaan dan ketidaksukaan terhadap sampel kerupuk *black garlic* yang disajikan secara acak dengan menggunakan kode tiga digit angka acak. Tingkat kesukaan ini disebut dengan skala hedonik. Respon dari panelis yang digunakan dalam penelitian ini berupa angka yang berkisar antara 1 hingga 9 skala numerik dengan keterangan sebagai berikut: 1 (amat sangat tidak suka), 2 (sangat tidak suka), 3 (tidak suka), 4 (agak tidak suka), 5 (netral), 6 (agak suka), 7 (suka), 8 (sangat suka), dan 9 (amat sangat suka). Uji hedonik yang dilakukan menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 50 orang dengan parameter mengenai warna, aroma, rasa, rasa, kerenyahan, dan keseluruhan.

3.5.9 Uji Efektivitas (Garmo dkk., 1984)

Bobot Nilai (BN) dapat ditentukan di setiap parameter dengan menggunakan angka 0 – 1. Bobot nilai bergantung pada hasil yang diperoleh dari setiap perlakuan di masing-masing parameter. Parameter yang dianalisis dikelompokkan menjadi 2 yaitu kelompok A yang terdiri dari parameter yang semakin tinggi reratanya semakin baik dan kelompok B yang terdiri dari parameter yang semakin rendah reratanya semakin baik.

$$\text{Nilai Efektivitas} = \frac{\text{Nilai Perlakuan} - \text{Nilai Terendah}}{\text{Nilai Tertinggi} - \text{Nilai Terendah}}$$

Perhitungan nilai hasil (NH) di semua parameter dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

Nilai Hasil (NH) = Nilai Efektivitas x Bobot Normal Parameter

Nilai Hasil (NH) dari semua parameter dijumlahkan dan kombinasi terbaik dipilih dengan perlakuan yang memiliki nilai hasil (NH) tertinggi. Perlakuan yang memiliki nilai tertinggi dinyatakan sebagai perlakuan terbaik.

3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian yang diperoleh akan dianalisis dengan metode ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan selang kepercayaan 95% jika pada hasil uji terdapat pengaruh perbedaan yang nyata. Selain itu, uji organoleptik dianalisis menggunakan *chi-square* pada taraf uji α (0,05). Perangkat yang digunakan untuk analisis menggunakan Ms. Excel dan SPSS 24 yang disajikan dalam bentuk grafik kemudian diinterpretasikan secara deskriptif.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa

1. Kerupuk dengan konsentrasi *black garlic* berpengaruh nyata terhadap warna, higroskopositas, daya kembang, kadar air, kadar abu, aktivitas antioksidan, dan total polifenol kerupuk yang dihasilkan. Konsentrasi STPP berpengaruh nyata terhadap kadar abu kerupuk yang dihasilkan. Sedangkan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap warna, daya kembang, dan aktivitas antioksidan. Secara organoleptik, konsentrasi *black garlic* dan konsentrasi STPP berpengaruh nyata terhadap atribut warna, aroma, rasa, dan keseluruhan kerupuk yang dihasilkan.
2. Kerupuk terbaik dan disukai didapatkan pada konsentrasi *black garlic* 9% dan konsentrasi STPP 0,5% dengan nilai efektivitas sebesar 0,64 sedangkan kerupuk yang memiliki nilai efektivitas terendah dengan nilai 0,31 didapatkan pada konsentrasi *black garlic* 3% dan STPP 0,1%.

5.2 Saran

Saran dalam penelitian ini untuk meningkatkan kualitas maka perlu dilakukan uji-uji lanjut yang sesuai dengan SNI kerupuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisaputra, H., Andhyka, I. dan Ihtiarini, A. 2014. Penggunaan Sodium Tripoliphosphat Sebagai Alternatif Pengganti Bleng (Boraks) Dalam Pembuatan Kerupuk. *Jurnal Ilmu Farmasi*. 2 (1 : 11-14).
- Anesini, C., Ferraro, G. E., & Filip, R. 2008. Total Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Commercially Available Tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *J.Agric.Food Chem.*, 56, 9225-9229.
- Armayuni, P., Putu, I., dan Wiadnyani, A. 2015. Karakteristik Pati Pisang Kepok (*Musa paradisiacal* var. formatipcy) Termodifikasi Dengan Metode Ikatan Silang Menggunakan *Sodium Tripolyphosphat* (STPP). *Jurnal ITEPA*. 5(1) : 1-10.
- Ames, J.M. 1998. Applications of Maillard reaction in the food industry. *Food Chemistry*. 62 :431-439.
- Astika, M. 2015. Formulasi Pembuatan Kerupuk Karak dengan Penambahan Sodium Tripolyphosphate (STPP). *Doctoral Dissertation*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis (17th ed.)* Gaithersburg, MD. USA. Association of Official Analytical Chemist.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Kerupuk SNI 2713-3-2009. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bae, S.E., Won Y.D., Lee, S.H. dan Park, H.J. 2014. Changes in S-Ayyl Cysteine Contents And Physicochemical Properties of Black Garlic During Heat Treatment. *Food Science and Technology*. 55:397-402.
- Boediono, M. 2012. Pemisahan dan Pencirian Amilosa dan Amilopektin dari Pati Jagung dan Pati Kentang Pada Berbagai Suhu. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Choi, I.S., Han, S.C., Young, S.L. 2014. Physicochemical and Antioxidant Properties of Black Garlic. *Molecules*. 19 : 16811-16823.
- De Garmo, E.D.G., Sullivan, dan J.R. Canada. 1984. Engineering Economis. *Mc Millan Publishing Company*. New York.
- Fardiaz, S. 1995. Mycotoxin contamination of grains - A review of research in Indonesia. In Mycotoxin Contamination in Grains. *ACIAR Tech. Rep.* 37.

- Fennema, O.R. 1976. *Principle of Food Science*. Marcell Dekker Inc., New York.
- Gadow, M.H. 1996. *Measuring Antioxidant Activity*. Dalam Pokorny, J., Yanishlieva, N., and Gordon, M (ed). 2001. *Antioxidant in Food: Practical Applications*. Boca rotan: CRC Press.
- Handayani, S., Lidya, B., Diana, P., Hesti, N.P. 2018. Isolasi Senyawa Polifenol Black Garlic dan Uji Toksisitasnya Terhadap Larva Udang (*Artemia salina* Leach). *Jurnal Ilmu Kemarfasian Indonesia*. 16(2) : 145-149.
- Hartati, F. 2017. Analisis Boraks Secara Cepat, Mudah, dan Murah Pada Kerupuk. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*. 2 (1) : 33-37.
- Haryadi, 1990. Pengaruh Kadar Amilosa Beberapa Jenis Pati terhadap Pengembangan, Higroskopisitas dan Sifat Inderawi Kerupuk. Lembaga Penelitian UGM. Yogyakarta.
- Hasibuan, E., Hamzah, F., dan Rahmayuni, R. 2016. Sifat Kimia Dan Organoleptik Pati Sagu (*Metroxylon Sago Rottb.*) Modifikasi Kimia Dengan Perlakuan Sodium Tripolyphosphate (STPP). *Jom Faperta*. 3(1) : 1-8.
- Imanningsih, N. 2012. Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-Tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Jurnal Panel Gizi Makanan*. 35(1): 13-22.
- Johan, A. 2019. Karakteristik Fisiko-Kimia Black Garlic Pada Berbagai Varietas Bawang Putih dan Lama Aging. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Kementerian Perdagangan. 2016. *Kinerja Ekspor Kerupuk 2010-2015*. Jakarta.
- Kementerian Perindustrian. 2018. *Ringkasan Eksekutif Ekspor dan Impor Industri Pengolahan Bulan Juni 2018*. Jakarta.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Kim, M., Min, K., Jeung, L., Jang, H., Jin, K., Dai, S., dan Mee, K. 2011. Hepatoprotective Effect of Aged Black Garlic on Chronic Alcohol-Induced Liver Injury in Rats. *Journal of Medicinal Food*. 14 : 7-8.
- Kim, I., Kim, Y. J., Hwang, Y. J., Hwang, K. A., Om, A. S., Kim, J. H., Cho, K. J. 2011. The Beneficial Effects of Aged Black Garlic Extract on Obesity and Hyperlipidemia in Rats Fed a High-Fat Diet. *J. Med. Plants. Res.* 5 : 3159-3168.

- Kimura, S., Tung, Y. C., Pan, M. H., Su, N. W., Lai, Y. J., Cheng, K. C. 2016. Black Garlic: A Critical Review of its Production, Bioactivity, and Application. *J.Food Drug Anal.* 25 : 62-70.
- Knight, J. W. 1969. The Starch Industry. Edisi 1, Pergamon Press, hlm. 1-30.
- Koswara, S. 2009. Pengolahan Aneka Kerupuk. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Kusuma, T., Thomas, S., dan Sutarjo, S. 2013. Pengaruh Proporsi Tapioka dan Terigu Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Kerupuk Berseledri. *Journal of Food Technology and Nutrition.* 12(1) : 17-28.
- Lee, Y. M., Oh, C. G., Yeong, J. S., Jieun, I., Min, J. K., Myo, J. K., dan Jung, I. K. 2009. Antioxidant Effect of Garlic and Aged Black Garlic In Animal Model Of Type 2 Diabetes Melitus. *Nutrition Research and Practice.* 3 (2) : 156 - 161.
- Masuda, T. dan Jitou, A. 1994. Antioxidative and Antiinflammantory Compounds From Tropical Ginger; Isolation, Structure Determination, and Activities of Cassumunims A, B and C Complex Curcuminoids From Zingiber Cassumunar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 42 : 1850-1854.
- Mayasari, D. dan Mardiroharjo, N. 2012. Pengaruh Pemberian Borkas Peroral Sub AKut Terhadap Terjadinya Atrofi Testis Tikus Putih Jantan (*Rattus Novergicus* Strain Wistar). *Saintika Medika: Jurnal Ilmu Kesehatan dan Kedokteran Keluarga.* (8)1: 22-27.
- Mayori, R., Marusin, N., Tjong, D. 2013. Pengaruh Pemberian Rhodamin Terhadap Struktur Histologis Ginjal Mencit Putih (*Mus musculus L.*). *J. Bio. UA.* 2(1) : 43-49.
- Miryanti, Y., Lanny, S., Kurniawan, B., dan Stephen, I. 2011. Ekstraksi Antioksidan dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Research Report_Engineering Science.* 2 : 1-46.
- Mulyana, Wahono, S., dan Indria,P. 2014. Pengaruh Proporsi (Tepung Tempe Semangit : Tepung Tapioka) dan Penambahan Air Terhadap Karakteristik Kerupuk Tempe Semangit. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 2(4) : 113-120.
- Murdawati, C. J. 1995. Pengaruh Lama Perebusan dan Penambahan Natrium Bikarbonar pada Pembuatan Emping Melinjo. *Skripsi.* Yogyakarta: Universitas Manggala Yogyakarta.

- Mustofa, K. dan Suyanto, A. 2011. Kadar Kalsium, Daya Kembang, dan Sifat Organoleptik Kerupuk Onggok Singkong Dengan Variasi Penambahan Tepung Cangkang Rajungan (*Portunus Pelagicus*). *Jurnal Pangan dan Gizi*. 2(3) : 1-14.
- Nelwida, N., Berliana, B., dan Nurhayati, N. 2019. Kandungan Nutrisi Black Garlic Hasil Pemanasan dengan Waktu Berbeda. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. (22): 53-64.
- Noviani, N. 2010. Faktor-Faktor Yang Berhubungan dengan Status Karies Gigi (DMFT) Santri Pesantren Al Ashriyyah Nurul Iman Parung Bogor Tahun 2010. *Skripsi*. Jakarta: UI Press.
- Novitasari, S., Wayan, W., dan Sri, W. 2016. Pengaruh Penambahan Sodium Tripolifosfat (STPP) Terhadap Karakteristik Pati *Sente* (*Alocasia macrorrhiza* (L.) Schoot) Yang Dimodifikasi Dengan Metode *Cross-Linking*. *Jurnal ITEPA*. 5(2) : 103-111.
- Nuralifah, W. 2016. Kajian Variasi Perbandingan Tepung Tapioka Dengan Gelatin Ceker Ayam dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Kerupuk Gendar. *Skripsi*. Bandung: Universitas Pasundan.
- Nursten, H., 2005. *The Maillard Reaction: Chemistry Biochemistry and Implications*; The Royal Society of Chemistry. Cambridge United Kingdom.
- Pancapalaga, W. 2005. Pengaruh Pemberian Kaldu Kupang Terhadap Kualitas Gizi dan Sensori Kerupuk Udang. *GAMMA*. 1(1): 59-67.
- Pomeranz, Y. dan E.M. Clifton. 2000. *Food Analysis Theory and Practice*. 3rd Ed. The AVI Publish. Inc Westport.
- Purnomo, E.H. dan Risfaheri, P. 2010. Karakterisasi dan Produksi Tepung dari Umbi Walur (*Amorphopallus campanulatus* var. *Sylvestris*) Sebagai Sumber Pangan Substitusi Tepung Terigu Sampai 30%. Jakarta: Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pertanian.
- Putri, A. dan Endang, B. 2018. Kandungan Aktivitas Antioksidan Kubis Merah (*Brassica oleracea* L.) dan Aplikasinya dalam Pembuatan Kerupuk. *METANA* 14(1) : 1-6.
- Purwanti, H. 2011. Inovasi Pembuatan Kerupuk Bawang dengan Substitusi Tepung Kentang Hitam. *Skripsi Jurusan Teknologi Jasa Dan Produksi Fakultas Teknik*. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

- Quan, P. T., Hang, T. V., Ha, N. H., De, N. X., & Tuyen, T. N. 2006. Microwave-Assisted Extraction of Polyphenols From Fresh Tea Shoot. *Sci. & Tech. Develop.* 9(8), 69-75.
- Retnaningtyas, D.A dan Putri, W.D.R. 2014. Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Perlakuan STPP (Lama Perendaman dan Konsentrasi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 2(4): 68-77.
- Reineccius. 1994. Source Book of Flavors (2nd Ed). Chapman & Hall. New York.
- Ribereau, G. 1972. Plant Phenolics. Hafner Publishing Company. New York.
- Roder, N., Ellis, P. R., & Butterworth, P. J. 2005. Starch molecular and nutritional properties: a review. *Adv. Mol. Med,* 1(12), 5-14.
- Rosiani, , N., Basito, dan Widowati, E. 2015. Kajian Karakteristik Sensoris Fisik dan Kimia Kerupuk Fortifikasi Daging Lidah Buaya (*Aloe vera*) Dengan Metode Pemanggangan Menggunakan Microwave. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian.* 8(2): 84-98.
- Rosida. 2009. Evaluasi Nilai Gizi Pati Resisten Pada Produk Kerupuk dari Empat Jenis Pati. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan.* 20 (1) : 3–5.
- Rosida, Yulistiani, R., dan Awandhana, R. 2013. Kajian Kualitas Fisiko Kimia dan Mikrobiologi Tempura Ikan Mujair Menggunakan Sodium Tripolyphosphate. *J. Rekapangan.* 7(1) : 123-139.
- Schuiling, D. L. dan M. Flach. 1993. Metroxylon sago Rottboel. In: Westpal M, Jansen P. C. M. Editor Plant Resources of Southeast Asia. Prosea (A Selection) Bogor. Indonesia.
- Setyaningsih, D. 2010. Analisis Sensori Untuk Industri Pangan dan Agro. Bogor: IPB Press.
- Setyowati, 2010. Penambahan Natrium Tripolifosfat dan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*). *Jurnal AgriSains.* 1(1) : 40-49.
- Setianingias, P. A. 2015. Sifat fisik dan organoleptik dendeng giling daging Domba dengan suhu dan waktu pengeringan yang berbeda. *Skripsi.* Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sudarmadji, S. dan Haryono, B.. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Liberty.
- Sukardi. 2001. Antioksidan Alami Sebagai Pengawet Makanan dan Pemeliharaan Kesehatan Tubuh. Bekasi: Ragam Media.

- Supriyanto, S., Haryadi, Budi, R., dan Djagal, W. 2007. Perubahan Suhu, Kadar Air, Warna, Kadar Polifenol, dan Aktivitas Antioksidatif Kakao Selama Penyangraian Dengan Energi Gelombang Mikro. *J. Agritech.* 27(1) : 18-26.
- Suryani, D. A. L. 2001. Kualitas Kerupuk Rambak Kulit Kambing Peranakan Etawah (PE) dan Peranakan Boer (PB) Ditinjau dari Kadar Air, Daya Kembang, Rasa, dan Kerenyahan. *Skripsi.* Malang: Universitas Brawijaya.
- Susanti, M.R. 2007. Difersifikasi Produk Opak dengan Penambahan Daging Ikan Layur (*Trichiuruasp*). *Skripsi.* Yogyakarta: Institut Sains dan Teknologi AKPRIND.
- Teja, A., I. Sindi., A. Ayucitra and L. E. K. Setiawan. 2010. Karakteristik Pati Sagu Dengan Metode Modifikasi Asetilasi dan Cross-linking. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia.* 7 (3): 836-843.
- Wang, W. dan Yun, S. 2016. In Vitro and In Vivo Antioxidant Activities of Polyphenol Extract From Black Garlic. *Journal Food Sci. Technol.* 37(4) : 681-685.
- Weaver, C. 1996. The Food Chemistry Laboratory. *CRC Press.* Boca Raton, New York, London, Tokyo.
- Widhaswari, V. dan Widya, P. 2014. Pengaruh Modifikasi Kimia dengan STPP Terhadap Karakteristik Tepung Ubi Jalar Ungu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 2(3): 121-128.
- Wijandi, S., B. Djatmiko, Y. Haryadi, D. Muchtadi, Setijahartini, H. Syarif dan Kusupiyanti. 1975. Pengolahan Kerupuk di Sidoharjo. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Winarno, F.G. 1995. Enzim Pangan. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Winarno, F. G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wiratakusumah, M.A., D. Hermanianto, dan N. Andarwulan. 1989. Prinsip Teknik Pangan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wulandari, D. 2017. Kualitas Madu (Keasaman, Kadar Air, Dan Kadar Gula Pereduksi) Berdasarkan Perbedaan Suhu Penyimpanan. *Jurnal Kimia Riset.* 2(1) : 16-22.

- Woo, K.S., and P.A. Seib., 2002. Cross-Linked Resistant Starch: Preparation and Properties. *Cereal Chemists*. 79:6, 819-825.
- Yakinudin, A., Dessy, A., dan Sulistiyani. 2014. Aktivitas Antioksidan In Vivo Ekstrak Etanol Benalu Campuran (*Lorantaceae*) Pada Tanaman The. *Prosiding*. Hlm. 28-36.
- Yuanita, L. 2008. Penentuan Kadar STPP Food Grade Untuk Meningkatkan Masa Simpan Ikan Nila Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Berk. Penel. Hayati*. 13 : 179–186.
- Zhafira, R. 2018. Pengaruh Lama Aging Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Aktivitas Antioksidan Produk Bawang Hitam Lanang. *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Zhang, A., Li, X., Xing, C., Yang, J., & Sun, P. 2014. Antioxidant activity of polysaccharide extracted from *Pleurotus eryngii* using response surface methodology. *International Journal of Biological Macromolecules*, 65, 28-32.

LAMPIRAN

Lampiran 4.1. Data Warna (Kecerahan) Kerupuk

Lampiran 4.1.1 Hasil Perhitungan Warna Kerupuk pada Berbagai Variasi Konsentrasi *Black Garlic* dan STPP

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	Standart Deviasi
	1	2	3		
A1B1	23,0568	24,1750	24,0744	23,7687	0,9920
A2B1	23,3475	23,7948	23,5153	23,5525	0,3368
A3B1	23,0568	23,7277	23,3923	23,3932	0,5000
A1B2	23,2134	22,3188	22,7661	22,7661	0,6667
A2B2	22,3635	22,5648	22,4642	22,4642	0,1500
A3B2	22,2517	22,1623	22,2070	22,2070	0,0667
A1B3	21,4914	22,0728	22,3412	21,9685	0,6475
A2B3	21,0217	22,0728	21,6703	21,5883	0,7905
A3B3	20,9994	21,4243	21,1112	21,1112	0,3283

Lampiran 4.1.2 Hasil Analisis of Variance Warna Kerupuk dengan SPSS 24.0

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Black Garlic</i>	Warna	39,878	2	19,939	63,347	0,000
STPP	Warna	3,296	2	1,648	0,86	0,435
Interaksi	Warna	0,294	4	0,074	0,234	0,916

Lampiran 4.1.3 Hasil Uji DMNRT Warna Kerupuk dengan SPSS 24.0

Black Garlic

Parameter	N	Subset		
		1	2	3
A3	9	32,1622		
A2	9		33,5044	
A1	9			35,1344
Sig.		1,000	1,000	1,000

STPP							
Parameter	N	Subset					
B3	9	1					
B3	9	33,1789					
B2	9	33,5878					
B1	9	34,0344					
Sig.		1,000					

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05						Notasi
		1	2	3	4	5	6	
A3B3	3	31,567						a
A3B2	3	32,177	32,177					ab
A3B1	3		32,743	32,743				bc
A2B3	3		33,100	33,100				bc
A2B2	3			33,480	33,480			cd
A2B1	3				33,933	33,933		de
A1B3	3					34,870	34,870	ef
A1B2	3						35,107	f
A1B1	3						35,427	f
Sig.	1,000	0,200	0,071	0,144	0,101	0,056	0,265	

Lampiran 4.2. Data Daya Kembang Kerupuk

Lampiran 4.2.1 Hasil Perhitungan Daya Kembang Kerupuk pada Berbagai Variasi Konsentrasi *Black Garlic* dan STPP

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	Standart Deviasi
	1	2	3		
A1B1	82,8009	82,6751	82,6424	82,7061	0,0837
A1B2	82,6396	83,3405	82,0969	82,6932	0,6234
A1B3	82,4778	82,3278	82,7332	82,5129	0,2049
A2B1	80,5469	80,7090	80,3150	80,52336	0,1979
A2B2	79,9540	80,2159	80,1717	80,1139	0,1401
A2B3	80,2429	79,5492	80,3794	80,0572	0,4451
A3B1	79,3659	78,0135	78,9349	78,7714	0,6908
A3B2	78,4348	79,0476	78,1894	78,5573	0,4420
A3B3	78,3871	78,6946	78,4456	78,5091	0,1633

Lampiran 4.2.2 Hasil Analisis of Variance Daya Kembang Kerupuk dengan SPSS

24.0

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Black Garlic</i>	Daya Kembang	73,807	2	36,904	234,193	0,000
STPP	Daya Kembang	0,482	2	0,241	0,075	0,928
Interaksi	Daya Kembang	0,149	4	0,37	0,236	0,914

Lampiran 4.2.3 Hasil Uji DMNRT Daya Kembang Kerupuk dengan SPSS 24.0

Black Garlic

Parameter	N	Subset		
		1	2	3
A3	9	78,6067		
A2	9		80,2356	
A1	9			82,6322
Sig.		1,000	1,000	1,000

STPP

Parameter	N	Subset
		1
B3	9	80,3533
B2	9	80,4489
B1	9	80,6722
Sig.		0,752

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
A3B3	3	78,5033			a
A3B2	3	78,5500			a
A3B1	3	78,7677			a
A2B3	3		80,0500		b
A2B2	3		80,1100		b
A2B1	3		80,5467		b
A1B3	3			82,5067	c
A1B2	3			82,6867	c
A1B1	3			82,7033	c
Sig.		0,453	0,163	0,574	

Lampiran 4.3. Data Higroskopositas Kerupuk

Lampiran 4.3.1 Hasil Perhitungan Higroskopositas Kerupuk pada Berbagai Variasi Konsentrasi *Black Garlic* dan STPP

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	Standart Deviasi
	1	2	3		
A1B1	5,2119	5,1556	4,9513	5,1063	0,1371
A1B2	5,2325	5,0793	4,9948	5,1022	0,1204
A1B3	5,1986	5,0276	4,9801	5,0688	0,1149
A2B1	4,6333	5,0374	4,1914	4,6207	0,4231
A2B2	5,0009	4,6232	4,2275	4,6172	0,3867
A2B3	4,1976	4,5163	5,1314	4,6151	0,4746
A3B1	4,2698	4,0716	3,9868	4,1083	0,1465
A3B2	4,2045	4,1048	3,9738	4,0944	0,1157
A3B3	3,7073	3,5947	4,4050	3,9023	0,4389

Lampiran 4.3.2 Hasil Analisis of Variance Higroskopositas Kerupuk dengan SPSS 24.0

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Square	Df	Mean Square	F	Sig.
<i>Black Garlic</i>	Higroskopositas	5,049	2	2,524	27,439	0,000
STPP	Higroskopositas	0,038	2	0,019	0,207	0,815
Interaksi	Higroskopositas	0,044	4	0,011	0,120	0,974

Black Garlic

Parameter	N	Subset		
		1	2	3
A3	9	4,0350		
A2	9		4,6177	
A1	9			5,0924
Sig.		1,000	1,000	1,000

STPP					
Parameter	N	Subset			
B1	9	1			
B1	9	4,5287			
B2	9	4,6046			
B3	9	4,6118			
Sig.		0,590			

Subset for alpha = 0.05					
Perlakuan	N	1	2	3	Notasi
A1B1	3	3,9023			a
A1B2	3	4,0944	4,0944		ab
A1B3	3	4,1084	4,1084		ab
A2B1	3		4,6151	4,6151	bc
A2B2	3		4,6172	4,6172	bc
A2B3	3		4,6207	4,6207	bc
A3B1	3			5,0688	c
A3B2	3			5,1022	c
A3B3	3			5,1063	c
Sig.		0,442	0,070	0,094	

Lampiran 4.4. Data Kadar Air Kerupuk

Lampiran 4.4.1 Hasil Perhitungan Kadar Air Kerupuk pada Berbagai Variasi Konsentrasi *Black Garlic* dan STPP

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	Standart Deviasi
	1	2	3		
A1B1	4,6178	5,3366	5,7307	5,2284	0,5643
A1B2	6,5598	5,3896	4,7684	5,5726	0,9096
A1B3	5,6860	5,9681	5,8264	5,8268	0,1411
A2B1	5,4732	6,6172	6,1706	6,0870	0,5766
A2B2	5,9722	6,1904	6,9518	6,3715	0,5143
A2B3	7,5623	5,57703	6,4547	6,5958	0,9043
A3B1	7,0947	6,9402	6,9252	6,9867	0,0938
A3B2	7,5394	6,5064	7,0244	7,0234	0,5165
A3B3	7,0620	7,8231	7,4401	7,4417	0,3806

Lampiran 4.4.2 Hasil Analisis of Variance Kadar Air Kerupuk dengan SPSS 24.0

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Black Garlic</i>	Kadar Air	11,600	2	5,800	17,416	0,000
STPP	Kadar Air	1,226	2	0,613	1,840	0,187
Interaksi	Kadar Air	0,085	4	0,021	0,064	0,992

Lampiran 4.4.3 Hasil Uji DMNRT Kadar Air Kerupuk dengan SPSS 24.0

Black Garlic

Parameter	N	Subset		
		1	2	3
A1	9	5,5444		
A2	9		6,3500	
A3	9			7,1500
Sig.		1,000	1,000	1,000

STPP

Parameter	N	Subset
		1
B1	9	6,1011
B2	9	6,3222
B3	9	6,6211
Sig.		0,086

Subset for alpha = 0.05

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
A3B3	3	5,230				a
A3B2	3	5,573	5,573			ab
A3B1	3	5,830	5,830			ab
A2B3	3	6,087	6,087	6,087		abc
A2B2	3		6,370	6,370	6,370	bcd
A2B1	3		6,593	6,593	6,593	bcd
A1B3	3			6,987	6,987	cd
A1B2	3			7,023	7,023	cd
A1B1	3				7,440	d
Sig.		0,111	0,065	0,089	0,054	

Lampiran 4.5. Data Kadar Abu Kerupuk

Lampiran 4.5.1 Hasil Perhitungan Kadar Abu Kerupuk pada Berbagai Variasi Konsentrasi *Black Garlic* dan STPP

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	Standart Deviasi
	1	2	3		
A1B1	2,0391	2,2280	1,8551	2,0407	0,1865
A1B2	2,6398	2,7496	1,9390	2,4428	0,4397
A1B3	2,8724	2,4907	2,9534	2,7722	0,2471
A2B1	2,4728	2,0388	2,3106	2,2741	0,2193
A2B2	2,5137	3,6005	2,0858	2,7333	0,7809
A2B3	3,1335	3,0333	3,0291	3,0653	0,0591
A3B1	2,4789	2,6150	2,5127	2,5355	0,0709
A3B2	2,6875	2,7827	3,3477	2,9393	0,3569
A3B3	3,4159	3,6677	3,0292	3,3709	0,3216

Lampiran 4.5.2 Hasil Analisis of Variance Kadar Abu Kerupuk dengan SPSS 24.0

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Black Garlic</i>	Kadar Abu	1,264	2	0,632	4,796	0,021
STPP	Kadar Abu	2,785	2	1,393	10,565	0,001
Interaksi	Kadar Abu	0,014	4	0,004	0,027	0,998

Lampiran 4.5.3 Hasil Uji DMNRT Kadar Abu Kerupuk dengan SPSS 24.0

Black Garlic

Parameter	N	Subset	
		1	2
A1	9	2,4189	
A2	9	2,6909	2,6909
A3	9		2,9486
Sig.		0,129	0,150

STPP

Parameter	N	Subset		
		1	2	3
B1	9	2,2834		
B2	9		2,7051	
B3	9			3,0695
Sig.		1,000	1,000	1,000

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
A1B1	3	2,0407				A
A1B2	3	2,2741	2,2741			Ab
A1B3	3	2,4428	2,4428	2,4428		Abc
A2B1	3	2,5355	2,5355	2,5355		Abc
A2B2	3		2,7333	2,7333	2,7333	Bcd
A2B3	3		2,7722	2,7722	2,7722	Bcd
A3B1	3		2,9393	2,9393	2,9393	Bcd
A3B2	3			3,0653	3,0653	Cd
A3B3	3				3,3709	D
Sig.		0,142	0,060	0,077	0,067	

Lampiran 4.6. Data Polifenol Kerupuk

Lampiran 4.6.1 Hasil Perhitungan Polifenol Kerupuk pada Berbagai Variasi Konsentrasi *Black Garlic* dan STPP

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	Standart Deviasi
	1	2	3		
A1B1	0,1694	0,1709	0,1720	0,1708	0,0013
A1B2	0,1724	0,1735	0,1747	0,1735	0,0008
A1B3	0,1743	0,1754	0,1766	0,1754	0,0008
A2B1	0,1720	0,1758	0,1834	0,1771	0,0027
A2B2	0,1762	0,1788	0,1815	0,1788	0,0019
A2B3	0,1747	0,1819	0,1822	0,1796	0,0051
A3B1	0,1830	0,1788	0,1811	0,1810	0,0029
A3B2	0,1792	0,1864	0,1872	0,1843	0,0051
A3B3	0,1834	0,1856	0,1864	0,1851	0,0016

Lampiran 4.6.2 Hasil Analisis of Variance Polifenol Kerupuk dengan SPSS 24.0

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Black Garlic</i>	Polifenol	0,000	2	0,000	23,664	0,000
STPP	Polifenol	6,759E-5	2	3,379E-5	3,415	0,055
Interaksi	Polifenol	4,424E-6	4	1,106E-6	0,112	0,997

Lampiran 4.6.3 Hasil Uji DMNRT Polifenol Kerupuk dengan SPSS 24.0

Black Garlic

Parameter	N	Subset		
		1	2	3
A1	9	0,1732		
A2	9		0,1785	
A3	9			0,1834
Sig.		1,000	1,000	1,000

STPP

Parameter	N	Subset	
		1	2
B1	9	0,1763	
B2	9	0,1789	0,1789
B3	9		0,1801
Sig.		0,097	0,433

Subset for alpha = 0.05

Perlakuan	N	1	2	3	4	5	Notasi
A3B3	3	0,1708					a
A3B2	3	0,1735	0,1735				ab
A3B1	3	0,1754	0,1754				ab
A2B3	3		0,1771				b
A2B2	3		0,1788	0,1788	0,1788		bcd
A2B1	3			0,1796	0,1796	0,1796	cde
A1B3	3			0,1810	0,1810	0,1810	cde
A1B2	3				0,1842	0,1842	de
A1B1	3					0,1851	e
Sig.		0,101	0,073	0,067	0,068	0,062	

Lampiran 4.7. Data Aktivitas Antioksidan Kerupuk

Lampiran 4.7.1 Hasil Perhitungan Aktivitas Antioksidan Kerupuk pada Berbagai Variasi Konsentrasi *Black Garlic* dan STPP

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata	Standart Deviasi
	1	2	3		
A1B1	15,6933	15,4704	15,4258	15,5818	0,1576
A1B2	15,8716	15,7824	15,6933	15,8270	0,0631
A1B3	16,2283	16,0499	15,8270	16,1391	0,1261
A2B1	19,4383	18,7695	18,1453	19,1039	0,4729
A2B2	19,6166	19,5720	19,1708	19,5943	0,0315
A2B3	19,9287	19,5720	19,3045	19,7503	0,2522
A3B1	21,4891	21,2216	21,1770	21,3553	0,1892
A3B2	22,5145	21,8012	21,1324	22,1578	0,5044
A3B3	22,4699	22,2916	22,1132	22,3807	0,1261

Lampiran 4.7.2 Hasil Analisis of Variance Aktivitas Antioksidan Kerupuk dengan SPSS 24.0

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Black Garlic</i>	Aktivitas Antioksidan	164,446	2	82,223	629,525	0,000
STPP	Aktivitas Antioksidan	2,740	2	1,370	10,490	0,832
Interaksi	Aktivitas Antioksidan	0,273	4	0,068	0,523	0,720

Lampiran 4.7.3 Hasil Uji DMNRT Aktivitas Antioksidan Kerupuk dengan SPSS 24.0

<i>Black Garlic</i>				
Parameter	N	Subset		
		1	2	3
A1	9	15,7778		
A2	9		19,2744	
A3	9			21,7967
Sig.		1,000	1,000	1,000

STPP

Parameter	N	Subset 1
B1	9	18,5311
B2	9	19,0144
B3	9	19,3033
Sig.		0,564

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					Notasi
		1	2	3	4	5	
A3B3	3	15,527					a
A3B2	3	15,780					a
A3B1	3	16,027					a
A2B3	3		18,777				b
A2B2	3			19,450			c
A2B1	3			19,597			c
A1B3	3				21,290		d
A1B2	3				21,813	21,813	de
A1B1	3					22,287	e
Sig.		0,125	1,000	0,625	0,093	0,126	

Lampiran 4.8. Data Organoleptik Kesukaan Skoring Kerupuk

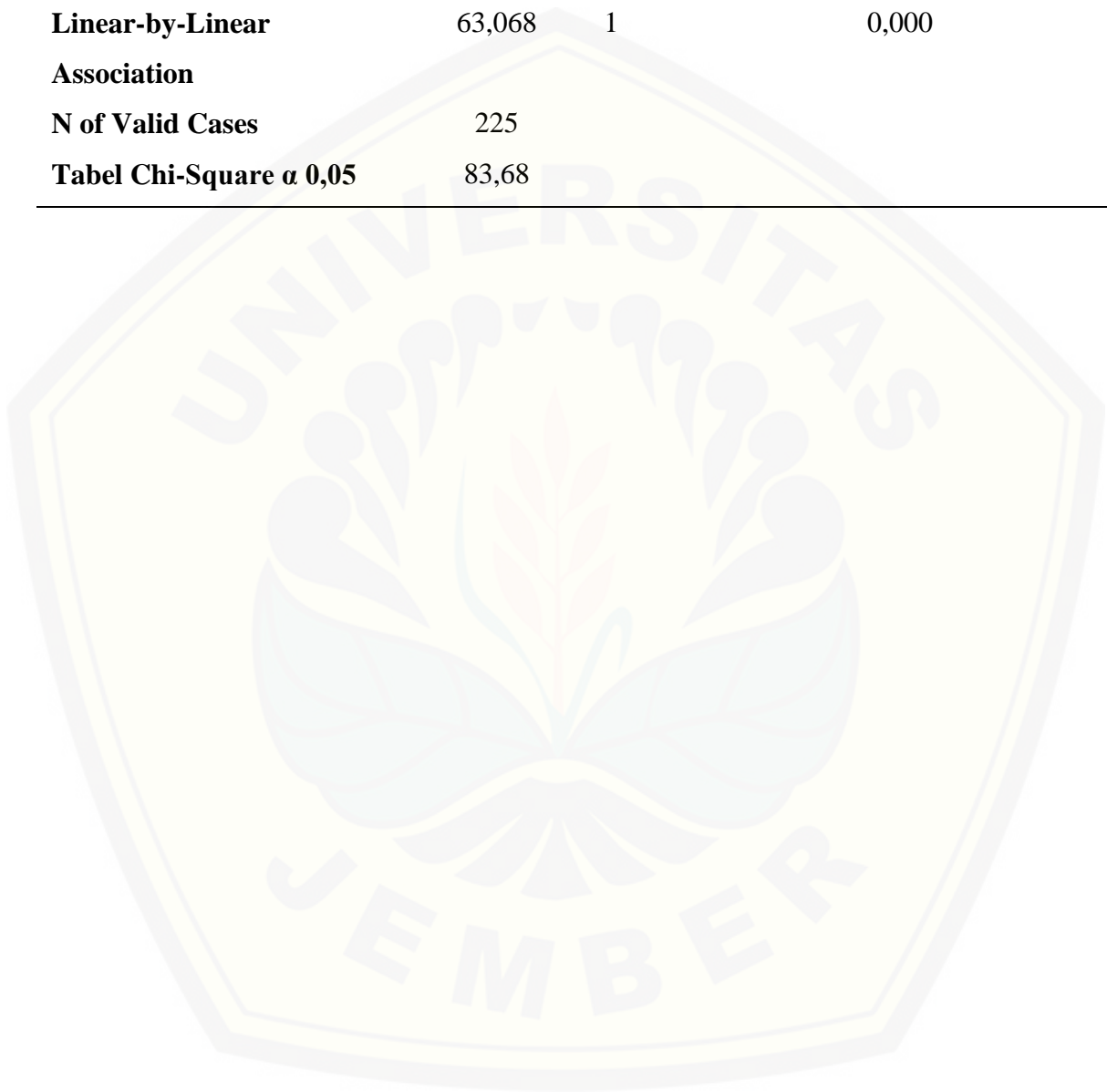
Lampiran 4.8.1 Uji Kesukaan Warna

a. Hasil Organoleptik Kesukaan Kerupuk pada Atribut Warna

Panelis	Kode Sampel								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
1	6	5	6	6	5	3	6	3	4
2	8	8	7	3	7	7	4	5	4
3	7	7	6	6	6	5	5	4	4
4	6	7	6	8	5	6	5	5	4
5	2	7	3	1	4	1	3	1	1
6	5	8	5	7	5	7	4	4	3
7	7	8	8	6	9	4	4	3	3
8	6	8	6	6	5	4	4	3	3
9	9	9	9	8	8	7	6	4	4
10	5	4	5	5	4	6	4	3	5
11	7	8	6	1	5	2	3	3	9
12	4	4	3	4	3	2	2	2	2
13	7	9	7	8	4	5	3	3	2
14	5	7	4	6	5	4	3	4	4
15	5	7	7	4	4	7	3	4	5
16	5	5	5	4	3	2	2	1	1
17	6	5	6	7	4	6	6	4	5
18	5	8	5	7	6	6	5	4	4
19	7	4	7	7	7	4	6	4	6
20	5	8	5	7	6	7	4	4	3
21	7	8	8	6	9	4	4	3	3
22	6	8	6	6	5	4	4	3	3
23	9	9	9	8	8	7	6	4	4
24	5	4	5	5	4	6	4	3	5
25	6	7	6	8	5	6	5	5	4

c. Tes Statistik Chi-Square Warna

	Value	Df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	154,378a	64	0,000
Likelihood Ratio	178,096	64	0,000
Linear-by-Linear Association	63,068	1	0,000
N of Valid Cases	225		
Tabel Chi-Square α 0,05	83,68		



Lampiran 4.8.2 Uji Kesukaan Aroma

a. Hasil Organoleptik Kesukaan Kerupuk pada Atribut Aroma

Panelis	Kode Sampel								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
1	4	5	6	5	5	4	6	3	5
2	7	8	8	4	8	7	6	5	5
3	7	7	6	6	6	5	5	5	5
4	8	9	7	8	7	7	7	7	4
5	3	4	3	3	6	3	3	3	3
6	5	5	6	7	5	7	5	7	5
7	8	8	6	4	7	7	4	3	5
8	5	7	7	5	6	7	5	3	4
9	6	7	6	8	7	7	7	8	8
10	5	5	4	4	5	5	4	4	6
11	3	4	5	5	8	6	2	2	3
12	6	7	6	6	4	5	6	6	4
13	6	4	4	5	4	6	8	5	6
14	4	6	4	3	5	3	5	3	4
15	5	5	5	5	5	5	4	6	5
16	3	4	5	4	4	3	4	1	1
17	5	5	5	7	5	5	6	5	6
18	7	7	6	7	6	2	4	3	3
19	5	5	5	5	6	5	5	5	5
20	5	5	6	7	5	7	5	7	5
21	8	8	6	4	7	7	4	3	5
22	5	7	7	5	6	7	5	3	4
23	6	7	6	8	7	7	7	8	8
24	5	5	4	4	5	5	4	4	6
25	8	9	7	8	7	7	7	7	4
Total	139	153	140	137	146	139	128	116	119

c. Hasil Tes Statistik Chi-Square Aroma

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	99,079a	64	0,003
Likelihood Ratio	94,369	64	0,008
Linear-by-Linear Association	12,310	1	0,000
N of Valid Cases	225		
Tabel Chi-Square α 0,05	83,68		

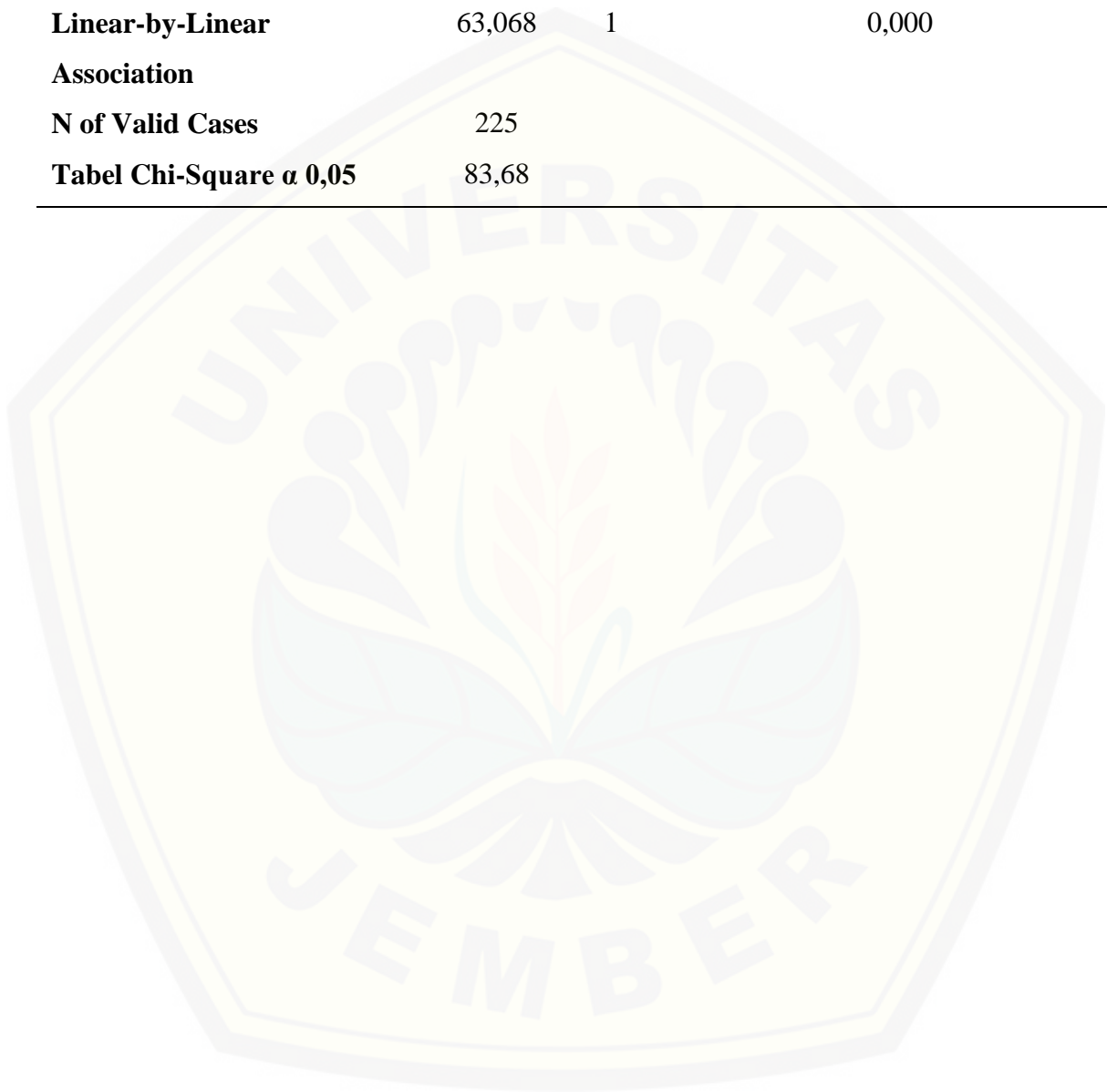
Lampiran 4.8.3 Uji Kesukaan Rasa

a. Hasil Organoleptik Kesukaan Kerupuk pada Atribut Rasa

Panelis	Kode Sampel								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
1	3	3	3	3	4	3	1	4	4
2	6	8	7	4	7	7	4	4	5
3	8	7	6	5	7	4	4	5	6
4	7	9	6	8	6	6	3	6	8
5	4	4	4	7	4	3	3	1	7
6	6	5	4	7	6	7	5	4	8
7	5	8	6	6	4	4	3	4	5
8	8	7	8	4	7	8	5	4	7
9	6	8	8	8	8	7	6	4	4
10	3	4	4	4	4	5	1	3	6
11	4	5	4	6	7	3	1	1	7
12	8	7	6	5	5	4	3	3	5
13	9	4	7	6	3	6	4	4	7
14	6	7	4	4	3	3	1	1	2
15	6	5	5	4	3	5	2	4	6
16	3	5	6	3	5	4	3	1	3
17	5	5	6	7	4	6	4	4	7
18	4	8	5	6	4	7	3	3	6
19	6	7	7	7	5	7	8	4	6
20	6	5	4	7	6	7	5	4	8
21	5	8	6	6	4	4	3	4	5
22	8	7	8	4	7	8	5	4	7
23	6	8	8	8	8	7	6	4	4
24	3	4	4	4	4	5	3	3	6
25	7	9	6	8	6	6	3	4	8
Total	142	157	142	141	131	136	89	87	146

c. Hasil Tes Statistik Chi-Square Warna

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	154,378a	64	0,000
Likelihood Ratio	178,096	64	0,000
Linear-by-Linear Association	63,068	1	0,000
N of Valid Cases	225		
Tabel Chi-Square α 0,05	83,68		



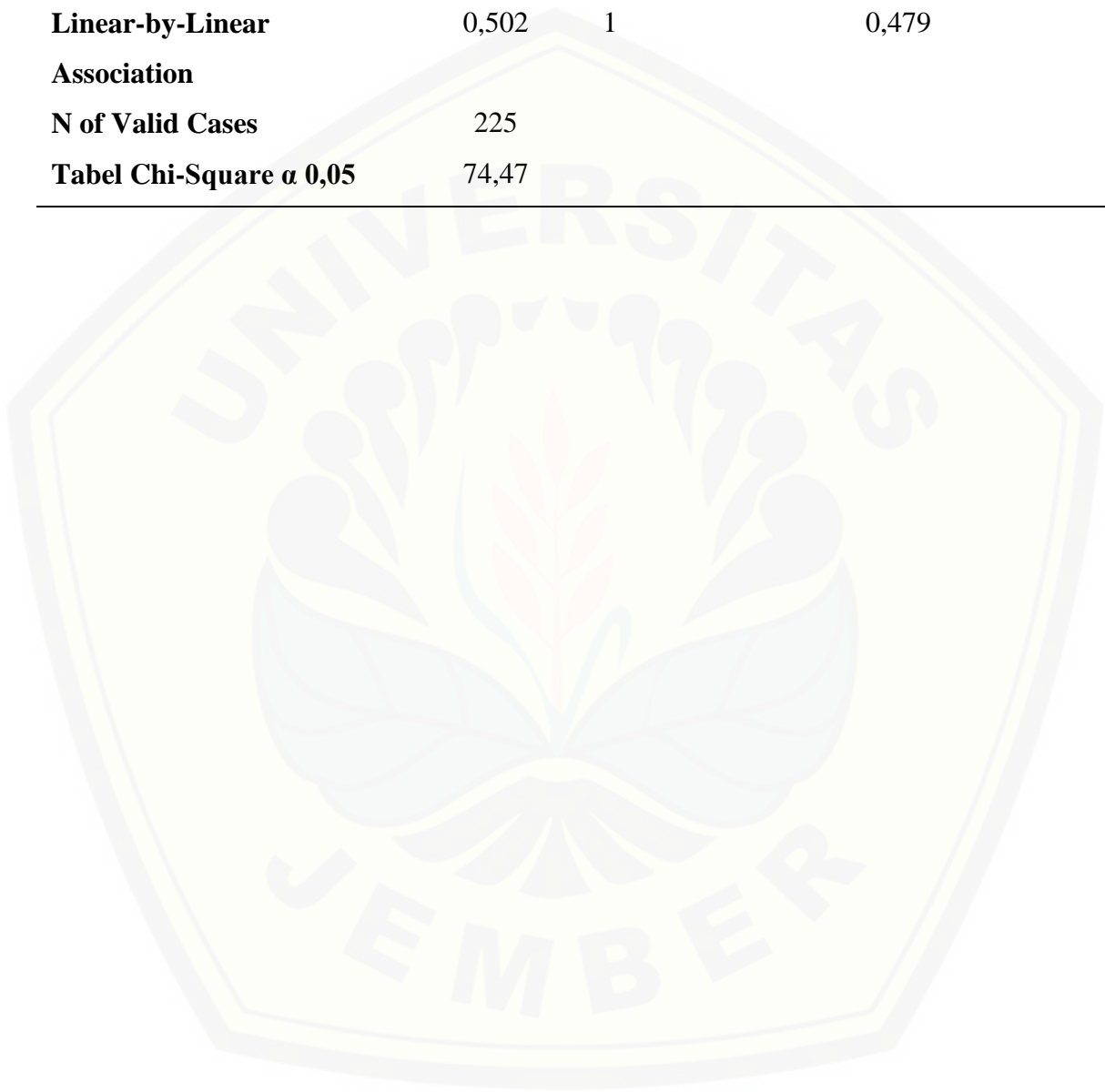
Lampiran 4.8.4 Uji Kesukaan Kerenyahan

a. Hasil Organoleptik Kesukaan Kerupuk pada Atribut Kerenyahan

Panelis	Kode Sampel								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
1	3	5	7	5	6	5	7	7	4
2	6	7	9	3	7	8	5	6	5
3	8	7	6	6	6	4	4	5	4
4	7	8	6	8	7	8	8	6	4
5	6	7	7	3	7	2	8	7	4
6	8	8	9	6	9	9	9	8	6
7	6	6	8	6	5	6	9	7	6
8	8	6	8	8	8	8	7	6	6
9	7	8	8	8	8	8	8	7	7
10	3	4	5	5	3	6	5	5	7
11	6	5	4	7	8	7	7	3	9
12	8	6	8	7	6	6	5	7	8
13	6	6	6	8	7	4	6	4	8
14	7	7	7	7	7	7	7	7	4
15	5	6	7	4	6	4	7	5	4
16	5	4	6	4	6	6	6	6	6
17	5	6	6	7	8	6	8	8	6
18	6	7	5	7	5	5	6	5	6
19	5	4	7	6	5	4	4	7	5
20	8	8	9	6	9	9	9	8	6
21	6	6	8	6	5	6	9	7	6
22	8	6	8	8	8	8	7	6	6
23	7	8	8	8	8	8	8	7	7
24	3	4	5	5	3	6	5	5	7
25	7	8	6	8	7	8	8	6	4
Total	154	157	173	156	164	158	172	155	145

c. Hasil Tes Statistik Chi-Square Kerenyahan

	Value	Df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	68,502a	56	0,122
Likelihood Ratio	72,230	56	0,071
Linear-by-Linear Association	0,502	1	0,479
N of Valid Cases	225		
Tabel Chi-Square α 0,05	74,47		



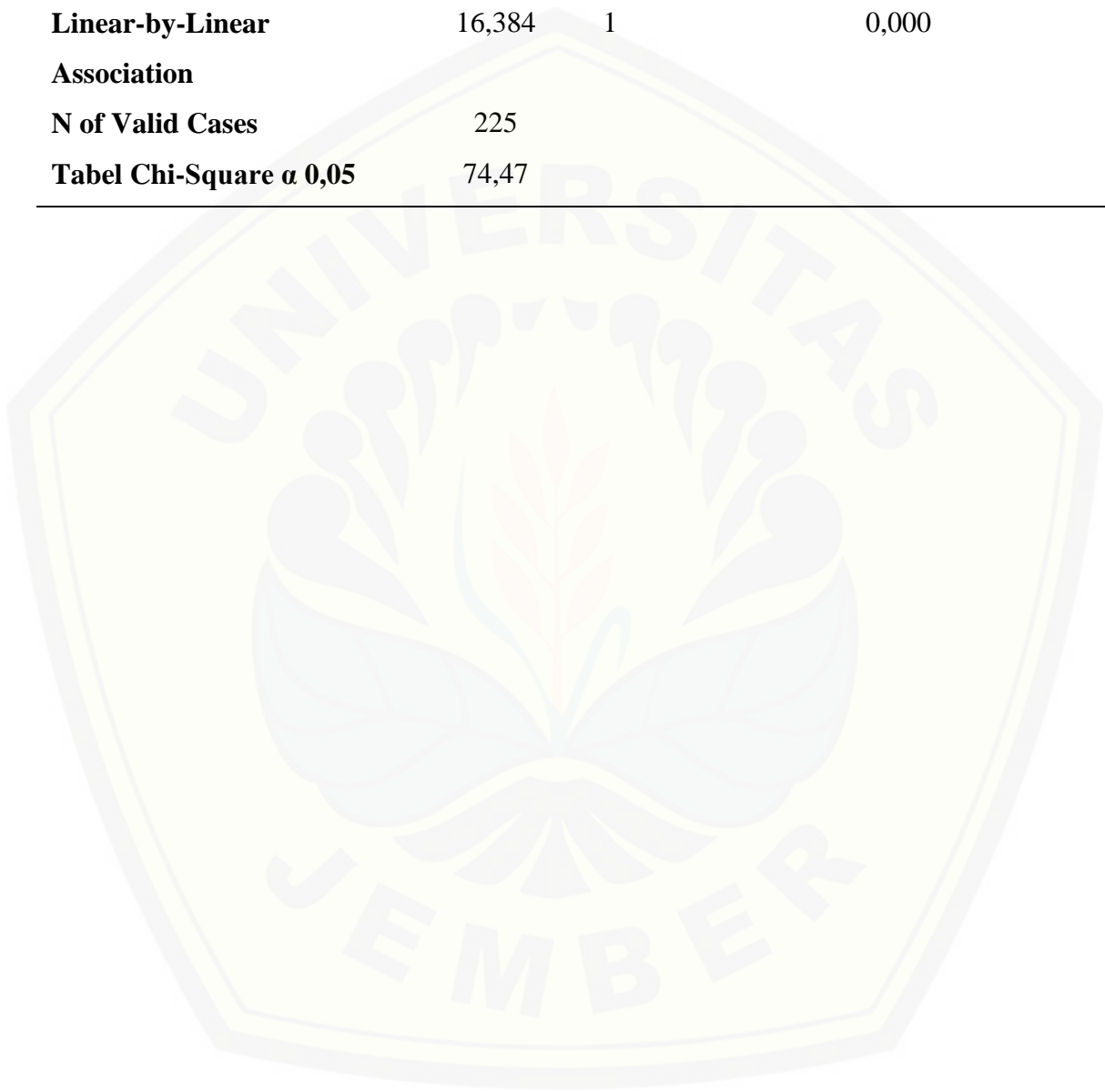
Lampiran 4.8.5 Uji Kesukaan Keseluruhan

a. Hasil Organoleptik Kesukaan Kerupuk pada Atribut Keseluruhan

Panelis	Kode Sampel								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
1	2	3	5	3	5	4	2	5	4
2	7	8	8	4	7	7	5	5	3
3	8	7	6	6	7	5	6	6	5
4	7	9	6	8	6	6	3	6	6
5	4	6	6	4	4	3	3	3	7
6	7	7	6	7	7	8	6	5	7
7	6	7	7	6	6	6	4	4	5
8	8	7	8	8	8	7	6	6	7
9	7	8	8	8	7	7	6	6	6
10	3	4	4	4	4	5	4	3	6
11	4	6	5	6	8	4	2	2	8
12	7	6	7	5	5	5	4	4	5
13	7	5	7	6	5	6	6	4	7
14	5	6	5	5	4	4	3	4	4
15	5	6	6	4	5	5	4	5	5
16	4	5	6	4	5	3	4	2	3
17	6	5	7	7	7	6	6	7	7
18	4	7	4	6	3	6	4	3	4
19	5	6	7	6	5	4	4	4	6
20	7	7	6	7	7	8	6	5	7
21	6	7	7	6	6	6	4	4	5
22	8	7	8	8	8	7	6	6	7
23	7	8	8	8	7	7	6	6	6
24	3	4	4	4	4	5	4	3	6
25	7	9	6	8	6	6	3	6	6
Total	144	160	157	148	146	140	111	114	142

c. Hasil Tes Statistik Chi-Square Keseluruhan


	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	82,239a	56	0,013
Likelihood Ratio	86,333	56	0,006
Linear-by-Linear Association	16,384	1	0,000
N of Valid Cases	225		
Tabel Chi-Square α 0,05	74,47		



Lampiran 4.9. Data Hasil Perhitungan Uji Efektivitas Kerupuk

Pelakuan	Antoksidan	Polifenol	Higroskopistas	Kadar Air	Organoleptik Warna	Organoleptik Aroma	Organoleptik Rasa	Organoleptik Kereyahan	Organoleptik Keseluruhan	Total
A1B1	0	0	0	0	0,08	0,04	0,08	0,04	0,07	0,31
A1B2	0	0,02	0	0,02	0,11	0,1	0,1	0,05	0,11	0,51
A1B3	0,01	0,04	0	0,03	0,08	0,04	0,08	0,11	0,1	0,50
A2B1	0,06	0,05	0,05	0,04	0,07	0,04	0,08	0,04	0,08	0,52
A2B2	0,07	0,07	0,05	0,06	0,07	0,05	0,06	0,07	0,08	0,58
A2B3	0,07	0,08	0,05	0,07	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,54
A3B1	0,1	0,09	0,1	0,09	0,02	0,02	0	0,11	0	0,53
A3B2	0,12	0,12	0,1	0,09	0	0	0	0,04	0,01	0,47
A3B3	0,12	0,12	0,12	0,11	0,01	0,01	0,08	0	0,07	0,64

Lampiran 4.10. Dokumentasi Tahapan Penelitian

 <p data-bbox="391 728 734 766">Penimbangan <i>black garlic</i></p>	 <p data-bbox="911 723 1305 761">Pencampuran adonan kerupuk</p>
 <p data-bbox="379 1167 743 1205">Pencetakan adonan kerupuk</p>	 <p data-bbox="933 1167 1283 1205">Perebusan adonan kerupuk</p>
 <p data-bbox="391 1599 734 1637">Penirisan adonan kerupuk</p>	 <p data-bbox="933 1599 1283 1637">Pengirisan adonan kerupuk</p>
 <p data-bbox="375 1948 750 1986">Penjemuran kerupuk mentah</p>	 <p data-bbox="957 1944 1260 1982">Penggorengan kerupuk</p>



Pengujian warna kerupuk menggunakan color reader



Pengujian warna untuk mendapatkan nilai L standar



Pengukuran kerupuk mentah



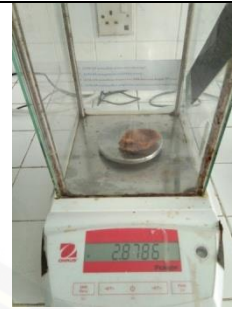
Penggorengan kerupuk



Pengukuran kerupuk matang



Penimbangan kerupuk sebelum dibiarkan di tempat terbuka



Penimbangan kerupuk sesudah dibiarkan di tempat terbuka



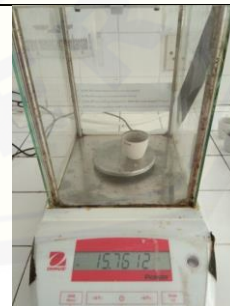
Penimbangan kerupuk sebelum di oven



Pengovenan kerupuk



Pendiaman kerupuk di dalam tanur



Penimbangan kerupuk setelah di oven



Pengabuan kerupuk



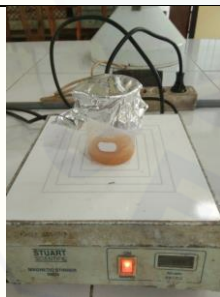
Pendiaman kerupuk di dalam tanur



Penimbangan kerupuk



Pemasukan kerupuk ke dalam oven



Pelarutan ekstrak kerupuk



Penyaringan ampas kerupuk



Pembuatan larutan DPPH



Pemasukan larutan ke tabung reaksi



Pencampuran larutan dengan vortex



Pendiaman dan penutupan sampel kerupuk dengan *aluminium foil*



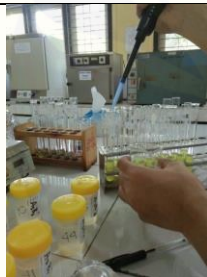
Pengujian antioksidan dengan spektrofotometer

Penimbangan Na_2CO_3 

Penimbangan asam galat



Pembuatan larutan asam galat

Pembuatan larutan Na_2CO_3 

Pemasukan larutan ke dalam tabung reaksi



Pencampuran larutan dengan menggunakan vortex

Pendiaman dan penutupan sampel menggunakan *aluminium foil*

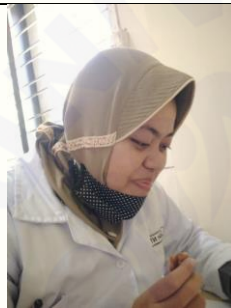
Pengujian sampel menggunakan spektrofotometer



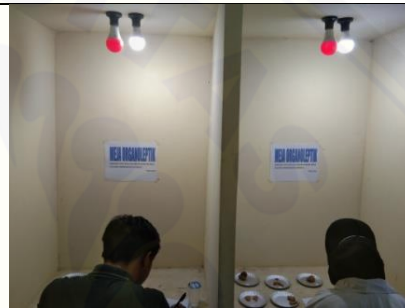
Persiapan sampel untuk uji skoring kesukaan



Panelis melakukan uji skoring kesukaan



Panelis sedang mencicipi sampel



Panelis melakukan uji skoring kesukaan

Lampiran 4.11. Contoh Kuisioner Uji Kesukaan Skoring Kerupuk

Uji Skoring Kesukaan

Sampel : Kerupuk *Black Garlic*
 Nama : *Wardahis Sholihah*
 Usia : 22 tahun
 Jenis kelamin : pria/wanita

Tanggal uji : 15 Juni 2020
 Alamat : *Pesma Kebansari Village*

Petunjuk

- Tuliskan nama, usia, jenis kelamin dan alamat anda pada kolom yang sudah disediakan
- Tuliskan **3 digit angka** yang tertera pada wadah sampel pada kolom kode sampel
- Cicipilah sampel dan berikan skor kesukaan anda terhadap atribut sensori yang ada pada sampel dengan memberi tanda **checklist (✓)** pada kolom yang disediakan
- Setiap anda selesai mencicipi sampel netralkan dengan air putih yang disediakan dan istirahatkan indera anda sekitar 30 detik tiap kali mencicipi sampel lain

Tingkat kesukaan:

1. Amat sangat tidak suka	4. Agak tidak suka	7. Suka
2. Sangat tidak suka	5. Netral	8. Sangat suka
3. Tidak suka	6. Agak suka	9. Amat sangat suka

Kode sampel	Atribut sensori	Tingkat kesukaan								
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
305	Warna				✓			✓		
	Aroma						✓			
	Rasa					✓				
	Kerenyahan					✓				
	Keseluruhan					✓				
579	Warna					✓				
	Aroma						✓			
	Rasa					✓				
	Kerenyahan					✓				
	Keseluruhan					✓				
282	Warna				✓					
	Aroma					✓				
	Rasa							✓		
	Kerenyahan				✓					
	Keseluruhan						✓			
813	Warna							✓		
	Aroma					✓				
	Rasa							✓		
	Kerenyahan							✓		
	Keseluruhan							✓		
602	Warna				✓					
	Aroma					✓				
	Rasa				✓				✓	
	Kerenyahan				✓					
	Keseluruhan				✓					
213	Warna						✓			
	Aroma					✓				
	Rasa									✓
	Kerenyahan				✓					✓
	Keseluruhan				✓					✓
197	Warna							✓		
	Aroma					✓				