



KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA BAWANG HITAM (*BLACK GARLIC*) PADA BERBAGAI WAKTU AGING

SKRIPSI

Oleh

Aji Dwi Waskito
NIM 131710101053

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Mukhammad Fauzi M.Si
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Herlina M.P.

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019



KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA BAWANG HITAM (*BLACK GARLIC*) PADA BERBAGAI WAKTU AGING

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

oleh

Aji Dwi Waskito
NIM 131710101053

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019
PERSEMBAHAN

Yang Utama Dari Segalanya..

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayangnya telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang diberikannya skripsi ini dapat terselesaikan.

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu Hj Eli Surnawati dan Bapak H Nurhadi sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga. Adik-adik Aji Tri Nurlaeli dan Suci Ramadhani atas kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga.
2. Pembimbing dan penyalur ilmuku, guru-guruku tercinta sejak TK hingga perguruan tinggi.
3. Almamater kebanggaanku Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

MOTTO

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

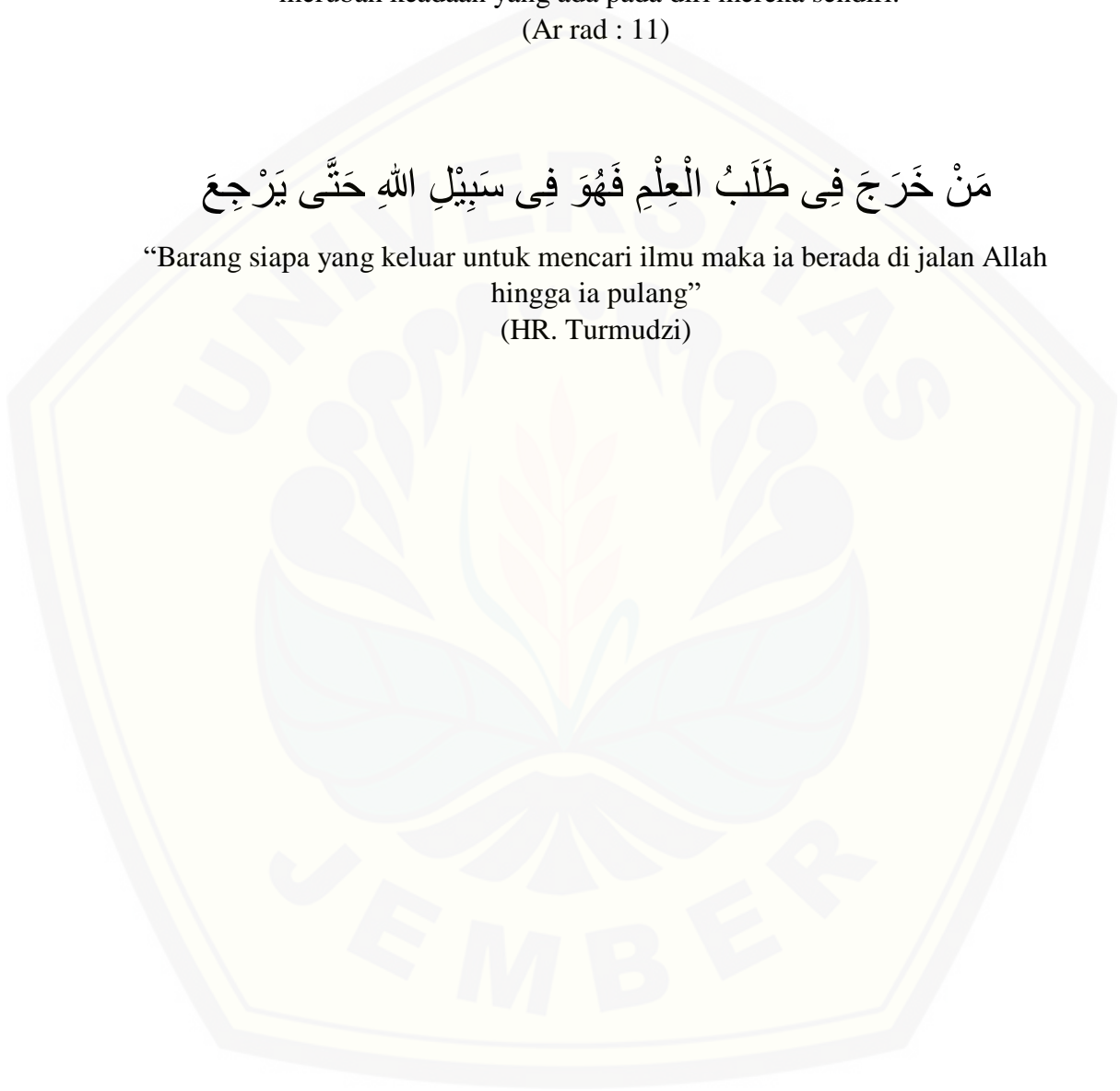
“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(Ar rad : 11)

مَنْ خَرَجَ فِي طَلَبِ الْعِلْمِ فَهُوَ فِي سَبِيلِ اللَّهِ حَتَّىٰ يَرْجِعَ

“Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”

(HR. Turmudzi)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aji Dwi Waskito

NIM : 131710101053

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Karakteristik Fisiko-Kimia Bawang Hitam (*Black Garlic*) Pada berbagai Waktu *Aging*”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2019

Yang menyatakan,

Aji Dwi Waskito
NIM. 131710101053

SKRIPSI

KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA BAWANG HITAM (*BLACK GARLIC*) PADA BERBAGAI WAKTU AGING

Oleh

Aji Dwi Waskito
NIM. 131710101053

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Mukhammad Fauzi M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Herlina M.P.

PENGESAHAN

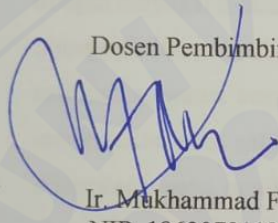
Skripsi berjudul “Karakteristik Fisiko-Kimia Bawang Hitam (*Black Garlic*) Pada Berbagai Waktu *Aging*” karya Aji Dwi Waskito telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Rabu, 30 Januari 2019

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,



Ir. Mukhammad Fauzi, M.Si
NIP. 196307011989031004

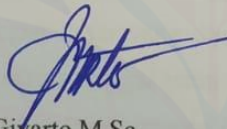
Dosen Pembimbing Anggota,



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

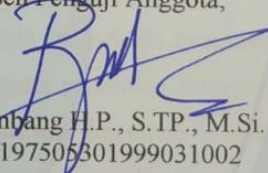
Tim Penguji:

Dosen Penguji Utama,



Ir. Giyarto M.Sc.
NIP. 196607181993031013

Dosen Penguji Anggota,



Dr. Bambang H.P., S.TP., M.Si.
NIP. 197505301999031002

Mengesahkan

Dekan,



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

RINGKASAN

Karakteristik Fisiko-Kimia Bawang Hitam (*Black Garlic*) Pada Berbagai *Aging*; Aji Dwi Waskito, 131710101053; 2019: 48 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Bawang putih dipercaya memiliki potensi sebagai pangan fungsional dengan berbagai macam manfaat salah satunya sebagai antiosidant. Bawang putih umumnya dikonsumsi setelah diolah atau tidak dalam keadaan segar karena terdapat senyawa karakteristik aroma dan rasa pedas yang tidak disukai serta memberikan efek sakit perut, senyawa tersebut adalah *allicin*. Oleh karena itu, dilakukan upaya untuk mengurangi senyawa *allicin* pada bawang putih dengan cara *aging* (penuaan). Hasil olahan bawang putih tersebut adalah *black garlic* yang memiliki produk akhir berwarna hitam dengan tekstur kenyal, rasa asam disertai rasa manis. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh lama *aging* terhadap karakteristik sifat fisik dan kimia *black garlic* serta mengetahui lama *aging* yang tepat pada sehingga dihasilkan *black garlic* yang baik.

Rancangan dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap faktor tunggal yaitu lama *aging*. Pelaksanaan penelitian dilakukan secara laboratorium (*experimental laboratory*) yang terdiri dari dua tahap 1) *aging black garlic* 2) pengujian sifat fisik dan kimia. Pada tahap pertama bawang putih segar dimasukkan ke dalam *magic jar* yang telah memiliki suhu 70°C dan dilakukan pendiaman selama 15 hari, 25 hari dan 35 hari sehingga didapatkan hasil *aging* bawang putih. Pada tahap kedua dilakukan pengujian sifat fisik dan kimia dari hasil *aging* bawang putih yang meliputi: warna, tekstur, kadar gula pereduksi, kadar air, derajat keasaman (pH), total asam tertitrasi, dan total polifenol. Proses *aging* pada *black garlic* menunjukkan terjadinya perubahan pada karakteristik aroma dan rasa dari bawang putih, perubahan tersebut ditandai dengan peningkatan pada kadar gula pereduksi pada *black garlic* yang memberikan kontribusi untuk rasa manis.

Hasil pengujian tekstur pada *black garlic* menunjukkan terjadinya penurunan nilai tekstur jika dibandingkan dengan bawang putih atau kontrol dari 4,67N menjadi 1,67N, pada pengujian warna *black garlic* semakin lama *aging* warna menjadi semakin gelap, Kadar air *black garlic* mengalami penurunan seiring lama *aging* dari 61,4% menjadi 46,9% pada hari ke 35, proses *aging* memberikan pengaruh terhadap derajat pH dari *black garlic* yang menjadi semakin asam dan disertai peningkatan nilai total asam pada *black garlic*. Nilai total polifenol pada *black garlic* mengalami peningkatan dari bawang putih kontrol yaitu 5,38 GAE/g menjadi 15,9 GAE/g namun, seiring bertambahnya lama waktu *aging* terjadi penurunan kadar total polifenol dari 15,9 GAE/g menjadi 11,9 GAE/g selama proses *aging*.

SUMMARY

Physicochemical Characterization Of Black Garlic Treated By Different Aging Times; Aji Dwi Waskito, 131710101053; 2019: 48 Pages; Department Of Agricultural Product Technology Faculty Of Agricultural Technology University Of Jember

Garlic has long been believed to have the potential as a functional food with a variety of benefits, one of which is antioxidant, but generally not consumed raw or fresh because there are characteristic compounds of odor and spicy taste which are not liked and have an upset stomach effect, the compound is allicin. Therefore, an attempt is made to reduce allicin compounds in garlic by aging. The processed garlic is black garlic which has a black end product with a chewy texture, sour taste accompanied by sweetness. The purpose of this study is to determine the effect of aging on the physical and chemical characteristics of black garlic and to know the exact aging time so that good black garlic is produced.

The basic design used in this study was a single randomized complete design factor, namely aging. The research was carried out in a laboratory (experimental laboratory) consisting of two stages 1) aging black garlic 2) testing physical and chemical properties. In the first stage, fresh garlic is inserted into a magic jar which has a temperature of 70oC and is made for 15 days, 25 days and 35 days so that the garlic aging results are obtained. In the second stage, the physical and chemical properties of the aging garlic include testing for color, texture, reducing sugar content, water content, acidity (pH), titrated acid total, and total polyphenols. The aging process in black garlic shows a change in the characteristics of the aroma and taste of garlic, the change is characterized by an increase in reducing sugar levels in the black garlic which contributes to sweetness.

The results of testing the texture on black garlic indicate a decrease in texture value if compared with garlic or control from 4.67N to 1.67N, on testing the black garlic color the longer the color aging becomes darker, the water content

of black garlic decreases with aging of 61,4% to 46,9% on day 35, the aging process has an effect on the pH level of the black garlic which becomes increasingly acidic and is accompanied by an increase in the total acid value in the black garlic. The total value of polyphenols in black garlic has increased from control garlic which is 5.38 GAE/g to 15.9 GAE/g but, as aging increases, the total polyphenol levels decrease from 15.9 GAE/g to 11.9 GAE/g during the aging process.



PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Fisiko-Kimia Bawang Hitam (*Black Garlic*) Pada Berbagai Waktu *Aging*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP, M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Ir. Herlina, M.P. selaku Dosen Pembimbing Akademik;
4. Ir. Mukhammad Fauzi, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan skripsi;
5. Dr. Ir. Herlina, M.P. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi kemajuan penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi;
6. Ir. Giyarto M.Sc. dan Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si. selaku tim penguji, atas saran dan evaluasi demi perbaikan penulisan skripsi;
7. Seluruh teknisi laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah banyak membantu penulis selama studi;
8. Kedua Orang Tua Ibu Hj Eli Surnawati, Bapak H Nurhadi, Adik-adik Aji Tri Nurlaeli dan Suci Ramadhani serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa dan dorongan demi terselesaikannya skripsi ini;
9. Teman-teman seperjuangan Ridok, Faiq, Yusuf, Afton, Albertus, Bayu Ferdianto. Teman-teman Kuliah Kerja (KK) Amel, Intun, Tea, Nely. Teman-teman yang membantu dan mendampingi selama pengerjaan skripsi Dona, Tya, Lita, Sabrin, Fara, Lely, Nawa. Keluarga Besar Teman-teman Kapak

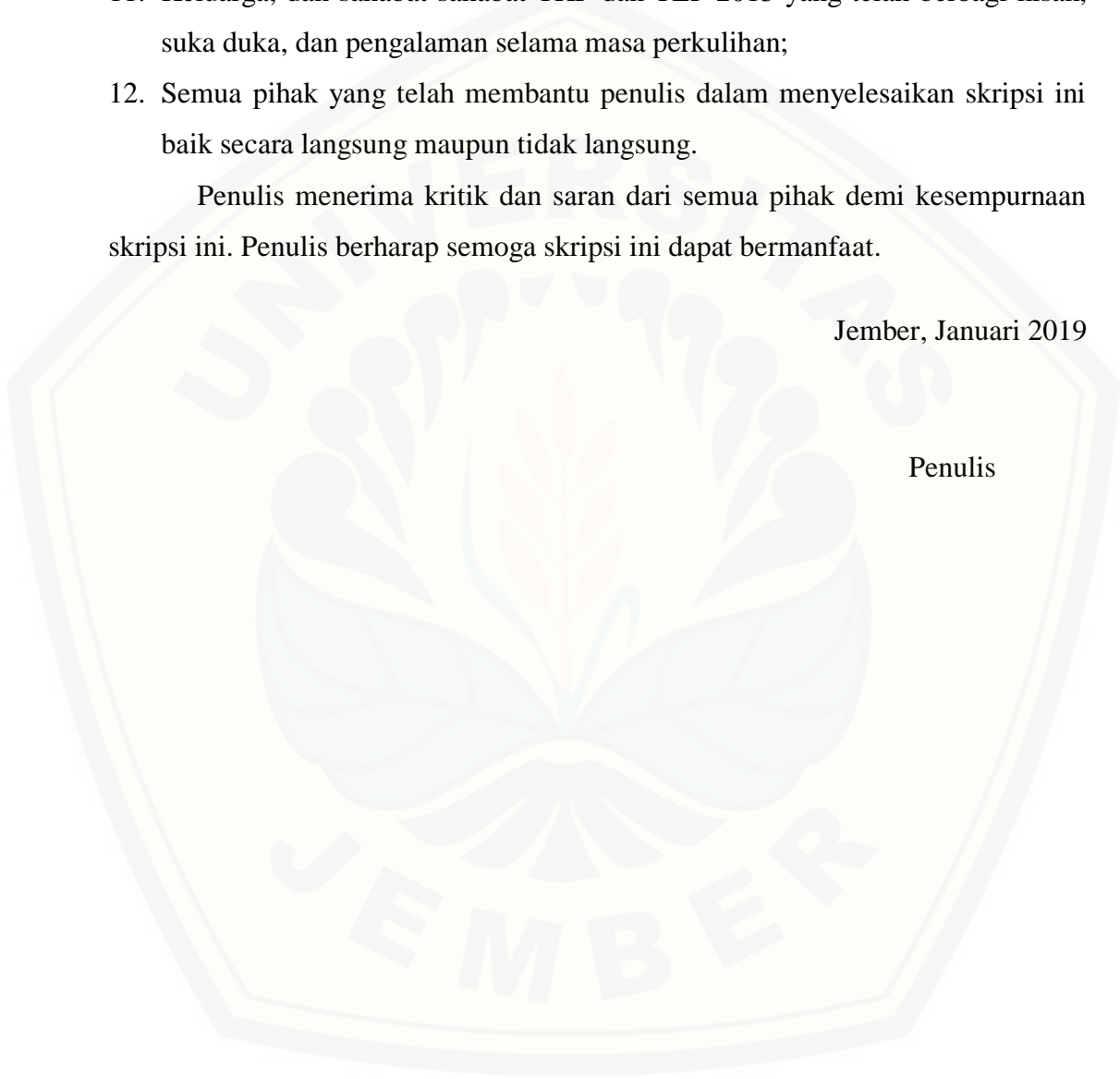
THP B yang selalu bersama dalam suka dan duka selama perkuliahan. Terima kasih atas segala doa, semangat, bantuan dan motivasinya;

10. Keluarga besar HIMAGIHASTA dan UK-PSM Symphony Choir yang telah memberi pengalaman organisasi yang begitu hebat;
11. Keluarga, dan sahabat-sahabat THP dan TEP 2013 yang telah berbagi kisah, suka duka, dan pengalaman selama masa perkulihan;
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2019

Penulis



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-----------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | v |
| HALAMAN PEMBIMBING..... | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | vii |
| RINGKASAN | viii |
| SUMMARY | x |
| PRAKATA..... | xii |
| DAFTAR ISI..... | xiv |
| 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..... | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Bawang Putih (<i>Allium sativum L.</i>)..... | 4 |
| 2.1.1 Jenis Bawang Putih..... | 7 |
| 2.2 <i>Black Garlic</i> | 9 |
| 2.3 Perubahan selama Proses <i>Aging</i>..... | 11 |
| 2.4 Penuaan (<i>Aging</i>)..... | 12 |
| 2.5 Reaksi Maillard..... | 13 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN..... | 19 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2 Bahan dan alat Penelitian | 19 |
| 3.2.1 Bahan Penelitian | 19 |
| 3.2.2 Alat Penelitian..... | 19 |
| 3.3 Pelaksanaan Penelitian..... | 19 |
| 3.3.1 Rancangan Percobaan..... | 19 |
| 3.3.2 Tahapan Penelitian | 20 |
| 3.3.3 Prosedur Analisis..... | 20 |
| 3.3.3.1 Kadar Gula Pereduksi..... | 20 |
| 3.3.3.2 Kadar Air | 22 |
| 3.3.3.3 Total Titrasi Asam..... | 22 |
| 3.3.3.4 pengukuran pH | 22 |
| 3.3.3.5 Warna | 23 |
| 3.3.3.6 Tekstur..... | 23 |
| 3.3.3.7 Total Polifenol..... | 24 |
| 3.4 Analisis Data..... | 25 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 26 |
| 4.1 Karakteristik Sifat Kimia <i>Black Garlic</i> | 26 |
| 4.1.1 Kadar Gula Pereduksi | 26 |
| 4.1.2 Total Asam Tertitrasi | 27 |
| 4.1.3 Derajat keasaman (pH) | 29 |
| 4.1.4 Kadar Air | 30 |
| 4.2 Karakteristik Sifat Fisik <i>Black Garlic</i>..... | 31 |
| 4.2.1 Tekstur | 31 |
| 4.2.2 Warna..... | 33 |
| 4.3 Total Polifenol | 35 |
| BAB 5. PENUTUP..... | 37 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 37 |
| 5.2 Saran | 37 |
| DAFTAR PUSTAKA | 38 |
| LAMPIRAN..... | 42 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Kandungan kimia bawang putih | 7 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Bawang putih..... | 5 |
| 2.2 Pembentukan senyawa SAC (Colin-gonzales <i>et al.</i> ,(2012) | 12 |
| 2.3 Skema proses terjadinya reaksi maillard diadaptasi dari Hodge (1953). | 14 |
| 2.4 Reaksi antara glukosa dengan gugus amino (Hodge, 1953)..... | 15 |
| 2.5 Degradasi produk amadori (Hodge, 1953) | 16 |
| 2.6 Degradasi stecker (Hodge, 1953) | 17 |
| 3.1 Diagram alir ekstraksi polifenol <i>black garlic</i> | 24 |
| 4.1 Perubahan kadar gula pereduksi <i>black garlic</i> selama <i>aging</i> | 26 |
| 4.2 Perubahan total asam tertitrasi <i>black garlic</i> selama <i>aging</i> | 28 |
| 4.3 Perubahan nilai pH <i>black garlic</i> selama <i>aging</i> | 29 |
| 4.4 Perubahan kadar air <i>black garlic</i> selama <i>aging</i> | 31 |
| 4.5 Perubahan nilai tekstur <i>black garlic</i> selama <i>aging</i> | 32 |
| 4.6 Perubahan warna <i>black garlic</i> selama <i>aging</i> | 34 |
| 4.7 Perubahan kandungan total polifenol <i>black garlic</i> selama <i>aging</i> | 35 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| 4.1 Kurva Standar Gula Pereduksi..... | 42 |
| 4.2 Kadar Gula Pereduksi | 43 |
| 4.3 Total Asam Titrasi..... | 43 |
| 4.4 Derajat keasaman..... | 43 |
| 4.5 Kadar Air | 44 |
| 4.6 Nilai Tekstur | 44 |
| 4.7 Warna..... | 44 |
| 4.8 Kurva Standar | 45 |
| 4.9 Total Polifenol | 45 |
| 4.10 Hasil Analisis Kontrol (bawang putih) | 46 |
| 5. Gambar Proses Penelitian | 46 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bawang putih (*Allium sativum* L.) dipercaya memiliki potensi sebagai pangan fungsional dengan berbagai macam manfaat salah satunya sebagai anti oksidant, anti mikroba, dan anti kanker. Hasil penelitian yang telah dilakukan baik secara *in vitro* maupun *in vivo* mengkonfirmasi bahwa bawang putih memiliki banyak kegunaan atau khasiat sebagai anti diabetes, anti hipertensi, anti kolesterol, anti atherosklerosis, anti oksidan, anti-agregasi sel platelet, pemacu fibrinolisis, anti virus, antimikrobia, dan anti-kanker (Lu *et al.*, 2016). Selain memiliki banyak potensi kesehatan, bawang putih memiliki peranan penting sebagai rempah-rempah ataupun bumbu masakan, namun bawang putih yang dikonsumsi secara segar (tanpa adanya pengolahan) kurang disukai karena adanya karakteristik aroma yang menyengat dan rasa pedas dari bawang putih (Bae *et al.*, 2014), karakteristik aroma menyengat dan rasa pedas dari bawang putih disebabkan oleh senyawa *allicin* (Borlinghaus *et al.*, 2014).

Dewasa ini telah banyak dikembangkan berbagai macam olahan bawang putih baik secara tradisional maupun modern, secara umum bawang putih digunakan sebagai bumbu atau penguat rasa didalam makanan atau sebagai acar bawang putih. Bae *et al.*, (2014) melaporkan bahwa pengolahan yang baik untuk menghilangkan karakteristik yang tidak disukai yaitu aroma yang menyengat dan rasa pedas dari bawang putih adalah *aging*. Karakteristik rasa pedas dan aroma yang menyengat tersebut didapat dari senyawa *allicin* sehingga diperlukan penghilangan senyawa *allicin* dengan cara *aging*. Perlakuan *aging* dengan pemanasan merupakan pengolahan bawang putih yang paling banyak dilakukan untuk mengeliminasi karakteristik yang tidak diinginkan tersebut serta menambah palatabilitas dari bawang putih (Garcia-Villalon *et al.*, 2016).

Bawang putih yang diolah menggunakan perlakuan *aging* adalah *black garlic* (bawang hitam), *black garlic* merupakan produk hasil dari *aging* bawang putih dengan rentang waktu tertentu dan pada kondisi suhu yang tinggi (Kimura *et al.*, 2017). *Black garlic* yang telah diolah mengalami berbagai macam perubahan fisik, kimia dan sensoris. Warna dari umbi bawang putih berubah menjadi hitam, rasa dari bawang putih berubah lebih asam disertai rasa manis dan konsistensi dari tekstur bawang putih berubah menjadi kenyal atau seperti jelly (Bae *et al.*, 2014).

Kimura *et al.*, (2017) melaporkan bahwa *black garlic* memiliki potensi tinggi sebagai antioksidan, anti alergi, anti diabetes, anti mikroba, anti kanker dan anti inflamasi. Tingginya potensi ini dikarenakan selama pengolahan *black garlic* terjadi peningkatan komponen organosulfur seperti S-allylsistein (SAC), SAC memberikan dampak kardioprotektif dan aktivitas antioksidan (Garcia-Villalon *et al.*, 2016). Menurut Sasaki *et al.*, (2007) pengolahan *black garlic* yang baik dilakukan pada suhu 70⁰ C dan kelembaban (RH 75%) dengan waktu 30 hari.

Potensi besar yang dimiliki oleh produk bawang hitam ini belum banyak dikembangkan di Indonesia. Selain itu belum ada standarisasi pengolahan bawang hitam, seperti waktu *aging* yang optimal untuk dapat meningkatkan hasil *black garlic* yang baik secara kualitas dan kuantitas. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk pengolahan *black garlic* untuk mendapatkan produk akhir dengan kualitas yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Proses pengolahan bawang putih menjadi *black garlic* dilakukan dengan menggunakan metode *aging* dan di inkubasi pada suhu 70° C (Sasaki *et al.*, 2007) pada waktu tertentu. Penggunaan waktu *aging* yang beragam dapat menghasilkan produk yang dengan karakteristik fisik, dan kimia yang beragam pula, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh lama waktu *aging* terhadap sifat karakteristik fisik dan kimia *black garlic* yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh lama *aging* terhadap karakteristik fisik dan kimia *black garlic*.
2. Mengetahui lama waktu *aging* yang tepat pada proses pengolahan *black garlic* sehingga didapatkan produk dengan sifat – sifat yang baik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi terkait *black garlic* sebagai salah satu alternatif bahan pangan yang dapat memberikan manfaat sebagai antioksidan
2. Meningkatkan daya jual bawang putih
3. Meningkatkan kandungan *black garlic*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Bawang putih atau *garlic* berasal dari bahasa Inggris kuno “*gar*” yang berarti tombak atau ujung tombak, dan “*lic*” yang berarti umbi atau bakung. Terkadang *garlic* juga dinamakan dengan *Allium sativum* yang berasal dari bahasa Celtic “*All*” yang berarti berbau tidak sedap, dan “*sativum*” yang berarti tumbuh. Bawang Putih atau Garlic (*Allium sativum* L) adalah tumbuhan yang termasuk kedalam famili Liliaceae dengan genus *Allium* dan memiliki lebih dari enam ratus (600) spesies (Santoso, 2000).

Bawang putih telah lama menjadi bagian kehidupan masyarakat di berbagai peradaban dunia, namun belum diketahui secara pasti sejak kapan tanaman ini mulai dimanfaatkan dan dibudidayakan, awal pemanfaatan bawang putih diperkirakan di Asia Tengah. Hal ini didasarkan temuan sebuah catatan medis berusia sekitar 5000 tahun lalu (3000 SM). Dari Asia Tengah kemudian menyebar ke seluruh dunia, termasuk Indonesia (Hermawan dan Setiawan, 2003).

Bawang putih (*Allium sativum* L.) adalah salah satu bahan pangan yang memiliki peranan penting sebagai rempah-rempah ataupun bumbu masakan. Bawang putih merupakan tanaman herbal parenial yang membentuk umbi lapis, umbi lapis bawang putih berwarna putih, sebuah umbi terdiri dari 8–20 siung (anak bawang), antara siung satu dengan yang lainnya dipisahkan oleh kulit tipis dan liat, serta membentuk satu kesatuan yang kuat dan rapat. Terdapat lembaga di dalam siung bawang putih yang dapat tumbuh menerobos pucuk siung menjadi tunas baru, serta daging pembungkus lembaga yang berfungsi sebagai pelindung sekaligus gudang persediaan makanan, bagian dasar umbi pada hakikatnya adalah batang pokok yang mengalami rudimentasi (Santoso, 2000).



Gambar 2.1 Bawang putih (Dokumentasi pribadi, 2017)

Tanaman ini tumbuh secara berumpun dan berdiri tegak sampai setinggi 30-75 cm. Batang yang nampak di atas permukaan tanah adalah batang semu yang terdiri dari pelepah – pelepah daun, sedangkan batang yang sebenarnya berada di dalam tanah, dari pangkal batang tumbuh akar berbentuk serabut kecil yang banyak dengan panjang kurang dari 10 cm, akar yang tumbuh pada batang pokok bersifat rudimenter, berfungsi sebagai alat penghisap makanan. Helaian daun bawang putih berbentuk pita, panjang dapat mencapai 30–60 cm dan lebar 1–2,5 cm, jumlah daun 7–10 helai setiap tanaman, pelepah daun panjang merupakan satu kesatuan yang membentuk batang semu. Bunga merupakan bunga majemuk yang tersusun membulat membentuk infloresensi payung dengan diameter 4–9 cm, perhiasan bunga berupa tenda bunga dengan 6 tepala berbentuk bulat telur. Stamen berjumlah 6, dengan panjang filamen 4–5 mm, bertumpu pada dasar perhiasan bunga, ovarium superior tersusun atas 3 ruangan buah kecil berbentuk kapsul loculicidal (Zhang, 1999).

Bawang putih umumnya tumbuh di dataran tinggi, tetapi varietas tertentu mampu tumbuh di dataran rendah. Tanah yang bertekstur lempung berpasir atau lempung berdebu dengan pH netral menjadi media tumbuh yang baik. Lahan tanaman ini tidak boleh tergenang air. Suhu yang cocok untuk budidaya di dataran tinggi berkisar antara 20–25⁰C dengan curah hujan sekitar 1.200–2.400 mm pertahun, sedangkan suhu untuk dataran rendah berkisar antara 27–30⁰C, namun perlu diketahui bahwa varietas bawang putih pada dataran tinggi kurang baik apabila ditanam di dataran rendah begitu pula sebaliknya, selain varietas (kultivar), syarat-syarat lain yang penting adalah udara sejuk dan kering tanaman

pada fase pembentukan umbi, derajat kemasaman tanah (pH) yang paling baik untuk penanaman bawang putih adalah 6,5-7,5, sedangkan apabila $pH > 6,5$ maka tanah harus dilakukan pengapuran. Tanaman bawang putih dapat tumbuh pada berbagai tipe tanah, pada tanah yang ringan, gembur (bertekstur pasir atau lempung) dan mudah meneteskan air (porous) dapat menghasilkan umbi bawang putih yang lebih baik dari pada tanah yang berat seperti liat atau lempung, kondisi tanah yang porous menstimulir perkembangan akar dan bulu-bulu akar sehingga serapan unsur hara akan berjalan dengan baik. Klasifikasi bawang putih adalah sebagai berikut (Santoso, 2000)

Kingdom: Plantae
Divisi: Spermatophyta
Sub divisi: Angiospermae
Kelas: Monocotyledonae
Ordo: Liliflorae
Famili: Liliceae
Genus: *Allium*
Spesies: *Allium sativum*

Bawang putih termasuk tanaman rempah yang bernilai ekonomis tinggi karena memiliki beragam kegunaan. Bawang putih tidak hanya dimanfaatkan sebagai bumbu masak, tetapi dapat dimanfaatkan sebagai tanaman apotek hidup. Secara tradisional, berbagai bangsa di dunia telah menggunakan bawang putih dalam beragam ramuan obat. Pemakaiannya sebagian besar masih bersifat empiris, artinya digunakan secara turun-temurun berdasarkan pengalaman belaka. Khasiat atau kegunaan dari bawang putih berkaita erat dengan komposisi kimia dari bawang putih, jika mengacu pada database nutrient dari USDA (*United State Department Agricultural*) (2016) yang dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan kimia bawang putih

| No | Uraian | Nilai kandungan |
|-----|-------------|-----------------|
| 1. | Air | 58,58 g |
| 2. | Protein | 6,36 g |
| 3. | Lemak | 0,50 g |
| 4. | Abu | 1.50 g |
| 5. | Karbohidrat | 33.06 g |
| 6. | Energi | 149 kcal |
| 7. | Kalsium | 181 mg |
| 8. | Besi | 1,7 mg |
| 9. | Fosfor | 153 mg |
| 10. | Vitamin C | 31,2 mg |

Sumber: USDA (2016)

Kandungan protein bawang putih lebih tinggi dari sayur-mayur lain kecuali pada kacang – kacangan, selain itu bawang putih juga kaya akan kandungan mineral seperti fosfor, besi dan kalsium, apabila diteliti lebih lanjut bawang putih juga mengaandung mineral selenium dan germanium. Jumlah kandungan mineral juga dipengaruhi oleh kultur tanah masing – masing. Metabolit sekunder yang terkandung di dalam umbi bawang putih membentuk suatu sistem kimiawi yang kompleks serta merupakan mekanisme pertahanan diri dari kerusakan akibat mikroorganisme dan faktor eksternal lainnya. Sistem tersebut juga ikut berperan dalam proses perkembang biakan tanaman melalui pembentukan tunas (Hastuti R, 2008). Sebagaimana kebanyakan tumbuhan lain, bawang putih mengandung lebih dari 100 metabolit sekunder yang secara biologi sangat berguna, senyawa didominasi oleh kandungan belerang yang bertanggung jawab atas rasa, aroma, dan sifat-sifat farmakologi bawang putih, serta dua senyawa organosulfur paling penting dalam umbi bawang putih, yaitu asam amino non-volatil glutamil-S-alk(en)il-L-sistein dan minyak atsiri S-alk(en)ilsistein sulfoksida atau alliin (Hermawan dan Setiawan, 2003).

2.1.1 Jenis Bawang Putih

Bawang putih yang beredar di pasar – pasar Indonesia umumnya merupakan jenis bawang putih import, menurut data kementerian pertanian tahun 2017

kebutuhan nasional akan bawang putih yaitu 470.550 ton dan jumlah import bawang putih pada tahun yang sama sebesar 454.716 ton atau sekitar 94 % dari kebutuhan nasional.

1. Bawang Putih Kating

Bawang putih kating merupakan bawang putih paling umum yang ada di pasaran Indonesia, bawang putih jenis kating memiliki ciri khusus yang berbeda dengan bawang jenis yaitu memiliki aroma yang lebih kuat dibandingkan bawang putih jenis lain (Indah, 2008) memiliki kerompol yang kecil namun siungnya besar, dan bagian dagingnya cenderung basah dan padat sedangkan kulit luarnya putih bersih seperti kapas.

2. Bawang Putih Shin Chung (Honan)

Bawang putih shin chun merupakan bawang putih yang diimport dari Republik Rakyat Tiongkok sering disebut dengan nama bawang putih Honan, jika dibandingkan dengan bawang putih kating aroma dari bawang putih honan tidak terlalu kuat, memiliki umbi yang besar namung siung nya kecil (Ardiansyah, 2011), namun memiliki tekstur yang hampir mirip. Keunggulan dari bawang putih honan adalah memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan bawang putih kating.

3. Bawang Putih Lokal

Bawang putih jenis lokal tidak cukup berkembang karena kondisi tanam tidak terlalu cocok, seperti contoh bawang lanang yang hanya tumbuh satu umbi yang utuh tanpa siung, bawang tersebut terpengaruhi dan termodifikasi oleh lingkungan (Singgih, 2001) pengaruh lingkungan ini yang membuat bawang putih yang ditanam pada kondisi lingkungan berbeda (pada daerah yang berbeda) maka memiliki perbedaan terhadap sifat dan ciri – ciri bawang yang dihasilkan. Jenis bawang putih yang banyak ditemui di Indonesia adalah Lumbu hijau, Lumbu kuning, Cirebon, Tawang mangu, jenis Ilocos dari Filipina. Lumbu hijau dan Lumbu kuning merupakan varietas unggul yang dianjurkan ditanam di Indonesia (Singgih, 2001).

2.2 *Black Garlic*

Bawang putih yang diolah menggunakan perlakuan panas salah satunya adalah *black garlic* (bawang hitam). Bawang hitam adalah salah satu produk perlakuan pemanasan pada bawang putih, pemanasan dilakukan terhadap seluruh umbi bawang putih dengan suhu tinggi dan kelembaban tinggi (Kimura *et al.*, 2017). Saat pemanasan terjadi perubahan warna, aroma, rasa dan tekstur bawang putih. Warna dari umbi bawang putih berubah menjadi hitam, rasa dari bawang putih berubah lebih asam disertai rasa manis dan konsistensi dari tekstur bawang putih berubah menjadi kenyal atau seperti jelly (Bae *et al.*, 2014).

Bawang putih yang diolah menggunakan perlakuan panas mengalami berbagai macam perubahan fisikokimia termasuk rasa, warna, aroma dan kandungan gizi. Fokus utama dari perlakuan panas dengan terjadinya reaksi pencoklatan non enzimatis seperti reaksi maillard, karamelisasi dan oksidasi kimia fenol berhubungan dengan pembentukan komponen antioksidan yang cukup besar (Garcia-Villalon *et al.*, 2016). Pengolahan bawang putih menggunakan pemanasan diharapkan masih memiliki efek kesehatan yang diinginkan layaknya bawang putih segar atau dapat memberikan efek kesehatan yang lebih.

Secara umum *black garlic* dibuat dengan cara memanaskan umbi bawang putih secara keseluruhan selama 1 bulan pada temperatur dan kelembaban yang tinggi (Garcia-Villalon *et al.*, 2016). Menurut Kimura *et al.*, (2017) *black garlic* diperoleh dari bawang putih segar yang *diaging* selama selang waktu tertentu dengan suhu tinggi yang terkontrol (60–90°C) dan pada kelembaban tinggi yang terkontrol (80–90%). Proses perubahan yang terjadi pada bawang putih menjadi hitam merupakan hasil *aging* tanpa adanya bahan tambahan apapun (Sato *et al.*, 2006). Hasil studi yang telah dilakukan ekstrak dari *black garlic* memiliki beberapa manfaat seperti anti tumor, dan anti bakteri yang cukup signifikan (Sasaki *et al.*, 2007), selain itu beberapa studi yang telah dilakukan ekstrak dari *black garlic* memiliki beberapa fungsi lain seperti antioksidan, anti alergi, anti diabetes, dan anti inflamasi (Kimura *et al.*, 2017).

Black garlic merupakan bawang putih yang telah *diaging* pada suhu 65–80°C dengan kelembaban relatif 70–80% selama 30–40 hari tanpa perlakuan

tambahan apapun sehingga kandungan airnya menurun (Wang *et al.*, 2011). Hasil ekstraksi jangka panjang dari *black garlic* juga tidak menimbulkan efek samping dan telah dikonfirmasi aman dalam uji praklinis. Senyawa bioaktif yang terkandung didalam *black garlic* diantaranya adalah Allisin, SAC (S-allyl cysteine), phenol dan flavonoids. Senyawa bioaktif yang ada di dalam *black garlic* sangat berperan dalam aktivitas antifungi yaitu allisin atau thiosulfinates, senyawa thiosulfinates yang terkandung dalam *black garlic* sampai lima kali lebih tinggi bila dibandingkan dengan sediaan bawang putih segar (Kimura *et al.*, 2017).

Black garlic memiliki warna hitam, ringan karena kadar airnya berkurang dan mempunyai aroma serta rasa yang tidak terlalu menyengat seperti bawang putih. S-allylcysteine membantu penyerapan allicin sehingga metabolisme perlindungan terhadap infeksi bakteri menjadi lebih mudah (Setyawati, 2014). Komponen kimia dari bawang putih sangat kompleks lebih dari 100 komponen berbeda yang berkontribusi untuk memberikan efek biologis yang baik. Komponen organosulfur merupakan komponen paling tinggi yang mana memiliki nilai 4 kali lebih banyak dari sayuran yang lain. Varian baru dari bawang telah dikembangkan di Jepang yang diproses dengan cara mengontrol kondisi temperatur dan kelembaban dari bawang putih segar selama beberapa waktu tertentu. Proses pengontrolan akan menghasilkan produk berupa bawang yang berwarna hitam dengan aroma yang tidak menyengat, rasa seperti buah – buahan dan siap dikonsumsi meskipun tanpa adanya pengolahan lebih lanjut.

Hasil penelitian yang telah banyak dilakukan menunjukkan adanya peningkatan komponen karbohidrat, tetapi komponen lain tidak begitu banyak mengalami perubahan jika dibandingkan bawang putih segar. Komponen organosulfur yang dianggap paling penting pada *black garlic* adalah *S-allyl-compounds* (SAC). Hasil dari fermentasi dari *black garlic* menunjukkan peningkatan SAC 194.3 $\mu\text{g/g}$ after 40 days aging (23.7 $\mu\text{g/g}$ sebelum aging). Hasil penelitian Bae (2014).

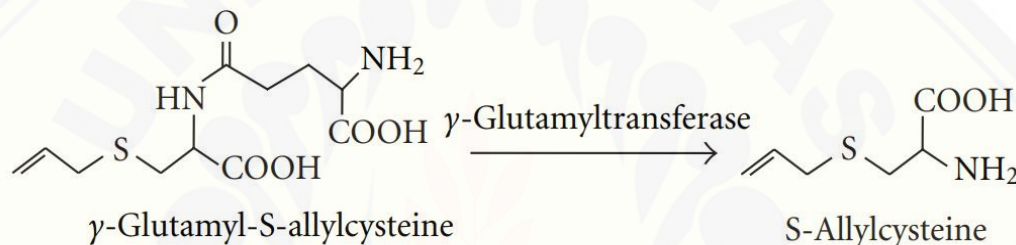
2.3 Perubahan selama *Aging*

Secara umum *Black Garlic* dibuat dengan cara memanaskan umbi bawang putih secara keseluruhan selama 1 bulan pada temperatur dan kelembaban yang tinggi (Garcia-Villalon *et al.*, 2016). Menurut Kimura *et al.*, (2017) *Black Garlic* diperoleh dari bawang putih segar yang *diaging* selama selang waktu tertentu dengan suhu tinggi yang terkontrol (60-90°C) dan pada kelembaban tinggi yang terkontrol (80-90%). Proses perubahan yang terjadi pada bawang putih menjadi hitam merupakan hasil *aging* tanpa adanya bahan tambahan apapun (Sato *et al.*, 2006).

Bawang hitam adalah salah satu produk perlakuan pemanasan pada bawang putih, pemanasan dilakukan terhadap seluruh umbi bawang putih dengan suhu tinggi dan kelembaban tinggi (Kimura *et al.*, 2017). Proses pemanasan akan merubah warna, aroma, rasa dan tekstur bawang putih. Warna dari umbi bawang putih berubah menjadi hitam, rasa dari bawang putih berubah lebih asam disertai rasa manis dan konsistensi dari tekstur bawang putih berubah menjadi kenyal atau seperti jelly (Bae *et al.*, 2014). Proses pemanasan pada *black garlic* banyak terjadi proses yang mengubah senyawa fruktosa menjadi senyawa amadori atau senyawa heyns yang merupakan komponen utama dari reaksi maillard, selain itu pH dari *black garlic* mengalami penurunan dari pH 7,46 ke pH 3.93 dan polisakarida pada *black garlic* mudah terdegradasi selama proses thermal (Yuan *et al.*, 2016).

Kandungan kimia *black garlic* mengalami perubahan seiring dengan perubahan fisik yang terjadi pada bawang putih, perubahan paling signifikan yaitu pada komposisi karbohidrat, air, senyawa organik, metabolit sekunder dan antioksidan. Menurut (Sasaki *et al.*, (2007) karbohidrat pada *black garlic* bertambah seiring *aging*, namun kandungan lain seperti lemak dan protein tidak banyak berubah, untuk kandungan asam amino terutama sistein, penilalanin, tyrosin, leosin, vali, alanine, glisin, asam glutamat dan asam aspartat mengalami peningkatan yang signifikan. Kandungan antioksidan *black garlic* menunjukkan peningkatan yaitu pada komponen S-allyl-compounds (SAC) yang menunjukkan peningkatan pada angka 194.3 µg/g setelah 40 proses fermentasi (23.7 µg/g sebelum *aging*).

Selama penuaan komposisi kimia seperti SAC tersintesis dan meningkat, dan perubahan ini berbanding terbalik dengan komponen rasa pedas, dan aroma yang tidak menyenangkan dari bawang putih yang mengalami penurunan yang signifikan atau bahkan hampir hilang, sedangkan salah satu komponen organosulfur yaitu *allicin* mengalami penurunan karena selama *aging allicin* terkonversi menjadi komponen alkaloids dan flavonoid (Kimura *et al.*, 2017). *Aging* yang melibatkan proses termal membuat beberapa komponen dari bawang putih terkonversi menjadi senyawa amadori, senyawa tersebut merupakan senyawa perantara untuk reaksi maillard.



Gambar 2.2 Pembentukan senyawa SAC (Colin-gonzales *et al.*, 2012)

S-Allylcysteine terbentuk dari katabolisme *γ-Glutamyl-S-allylcysteine* dengan bantuan enzim *γ-Glutamyltransferase*, SAC berbentuk bubuk Kristal putih tidak memiliki kemampuan higroskopis, dan titik leburnya adalah 223,3–223,7°C, memiliki ketahanan hingga 2 tahun dan sampel bubuk kristal yang disimpan menunjukkan sedikit perubahan menjadi warna kekuningan, tetapi tidak ada transformasi atau dekomposisi yang diamati (Colin-gonzales *et al.*, 2012).

2.4 Penuaan (*Aging*)

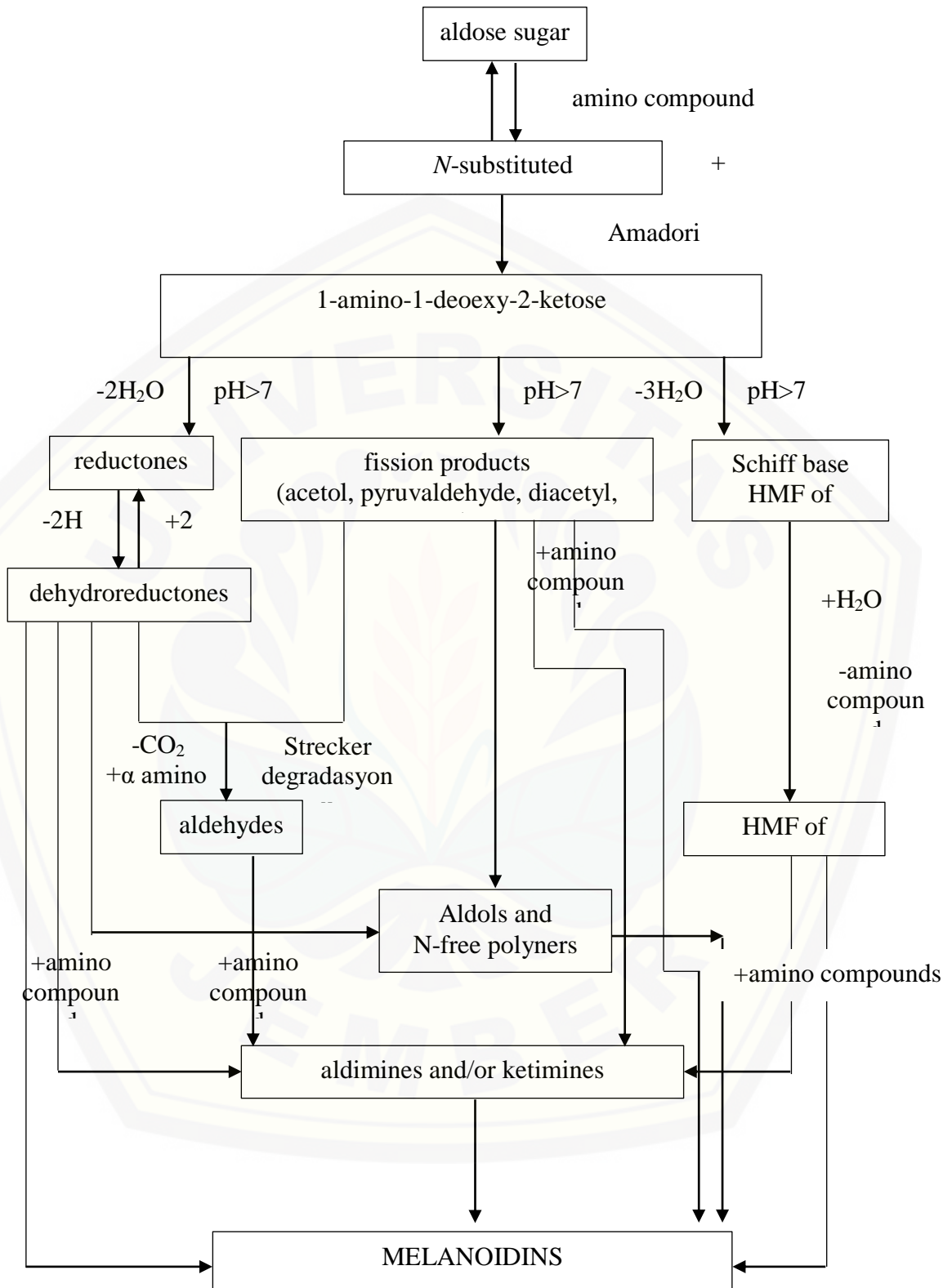
Penuaan atau *aging* dalam konteks makanan atau minuman, adalah proses mendiamkan atau meninggalkan produk selama jangka waktu dan kondisi tertentu, proses *aging* dilakukan untuk meningkatkan nilai karakteristik dari produk, mulai dari rasa, warna, aroma bahkan untuk karakteristik kimia pada produk. Proses penuaan bawang hitam dilakukan dengan pendiaman pada waktu kurang lebih 30 hari dan penggunaan perlakuan panas (Kim *et al.*, 2013). Proses perlakuan panas

pada makanan umumnya dilakukan pada makanan dengan cara menggoreng, memanggang ataupun pasteurisasi. Tujuan utama dilakukannya *heat treatment* pada makanan yaitu untuk meningkatkan nilai sensoris atau mendapatkan kondisi tekstur tertentu, tujuan kedua yaitu untuk menghilangkan atau membunuh mikroorganisme, menonaktifkan beberapa enzim dan mendapatkan produk yang lebih awet (Arnoldi, 2001).

Aging pada bawang hitam (*black garlic*) dilakukan dengan memberikan perlakuan panas pada umbi bawang putih tanpa ada penambahan apapun. Proses aging dengan perlakuan panas memiliki peranan penting untuk memproduksi aroma, rasa dan warna, serta meningkatkan palatabilitas produk yang dibandingkan dengan bahan dasarnya (Capuano dan Fogliano, 2011). Perubahan komponen bahan selama aging dengan pemanasan dikarenakan adanya reaksi maillard, reaksi antara asam amino, peptide dengan gula pereduksi (Arnoldi, 2001).

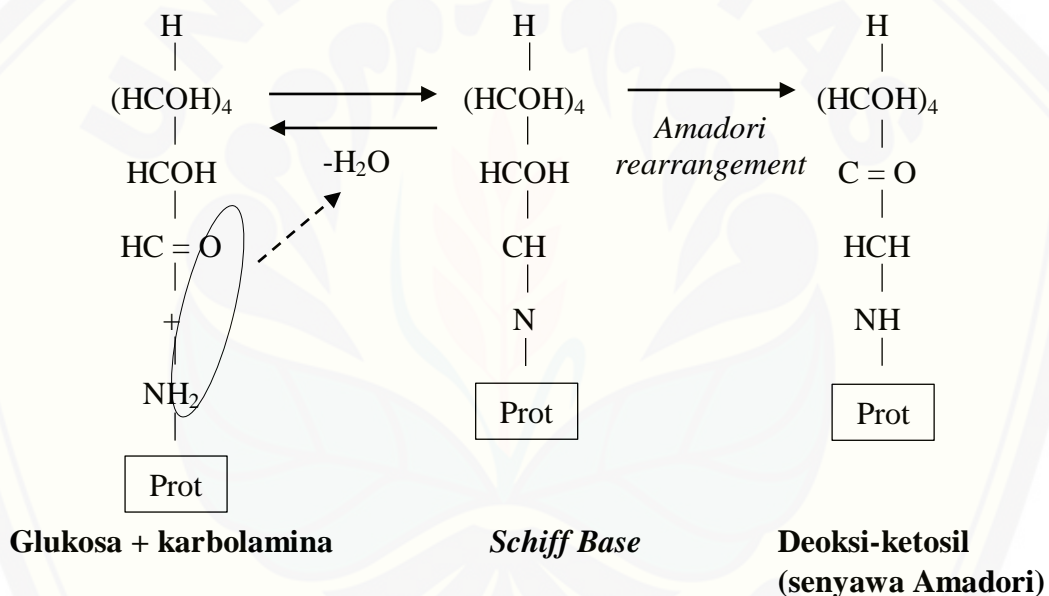
2.5 Reaksi Maillard

Reaksi maillard terjadi antara gugus karbonil gula reduksi dengan gugus amino, peptida atau protein, reaksi ini sangat kompleks dan dibagi menjadi tiga tahapan dimana pada tahap awal akan terbentuk glikosilamin dan komponen amadori, selanjutnya terjadi dekomposisi senyawa amadori dengan diikuti degradasi stecker dan tahap akhir akan terjadi perubahan senyawa karobinil menjadi senyawa yang memiliki berat molekul tinggi. Hodge (1953) telah mengklasifikasikan tiga diagram alir utama dalam reaksi maillard yang masih digunakan hingga ini, diagram tersebut disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.3 Skema proses terjadinya reaksi maillard di adaptasi dari Hodge (1953)

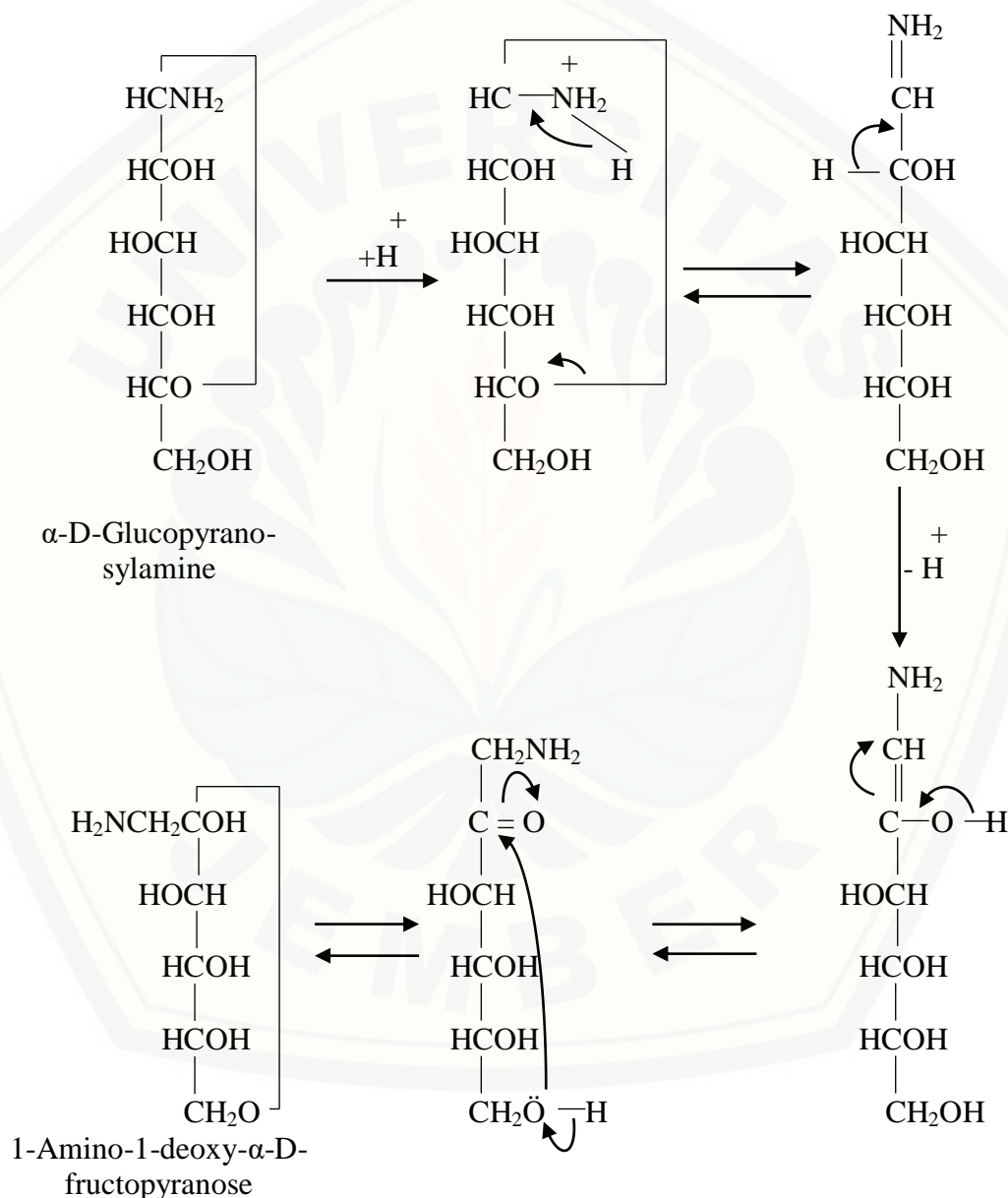
Skema dari gambar 2.3 menunjukkan bahwa reaksi maillard terjadi sebagai akibat keberadaan gula reduksi yang mengandung ujung karbonil bebas dalam bentuk aldehid dan keton kemudian bereaksi dengan gugus amina bebas pada asam amino, maka terbentuklah melanoidin. Reaksi maillard diawali dengan adanya penambahan amino non-proton dari asam amino menuju gugus fungsi karbonil gula pereduksi, hasil penambahan komponen tersebut (karbolamina) di dehidrasi menjadi basa Schiff, basa schiff menata ulang melalui fungsi -OH grup dalam posisi α . Penataan ulang ini menghasilkan deoksi-ketosil yang disebut produk Amadori (AP), proses intermediet reaksi Maillard dimulai dengan degradasi produk Amadori.



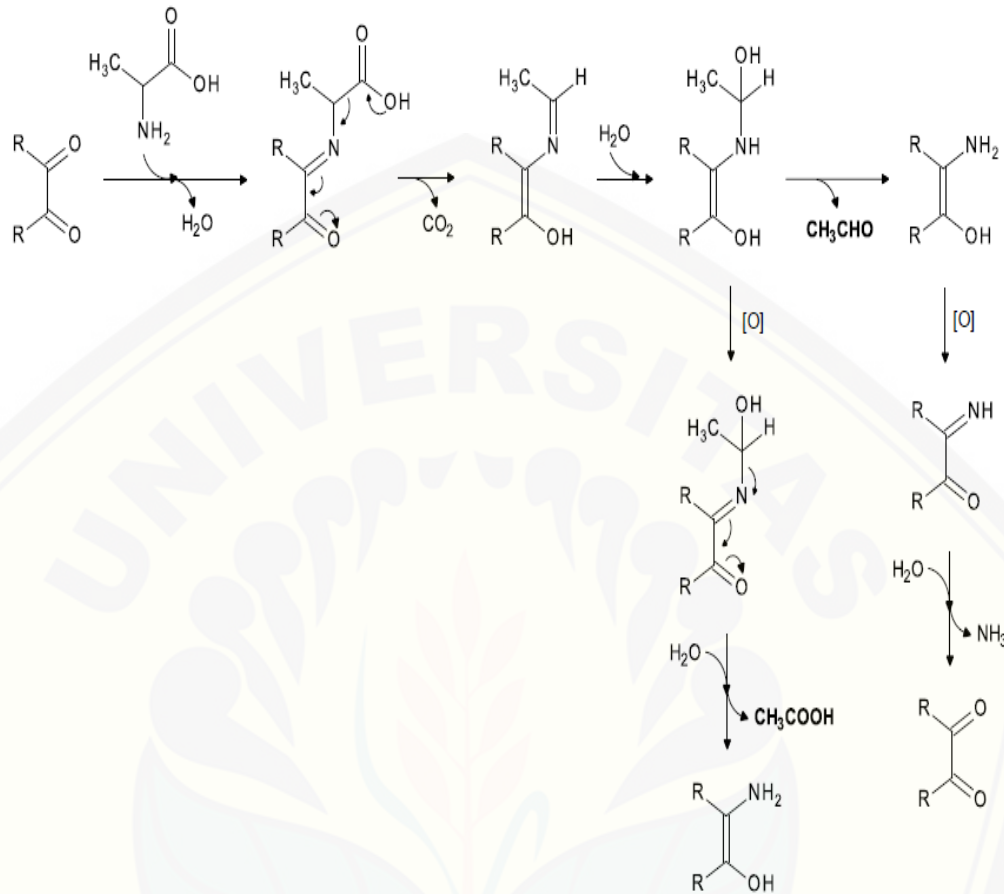
Gambar 2.4 Reaksi antara glukosa dengan gugus amino (Hodge, 1953)

Proses intermediet dari reaksi maillard ditandai dengan adanya degradasi dari komponen amadori membentuk turunan seperti fufurfulardehida. Dehidrasi selanjutnya menghasilkan reduktor – reduktor dan α -dikarboksil seperti metilglioksal, asetol, dan diasetil. Degradasi komponen amadori juga diikuti dengan dehidrasi gula, pada tahap akhir reaksi maillard terjadi reaksi antara asam amino dengan senyawa α -dicarbonyl atau lebih dikenal sebagai degradasi Strecker. Tahap ini merupakan bagian yang memberikan pembentukan aroma, pada degradasi strecker aldehida terbentuk dari asam amino dengan satu atom karbon dan ini dinamakan sebagai Strecker aldehid, aldehid ini mudah menguap

dan umumnya memiliki bau menyegat. Aldehida Strecker bersama-sama dengan senyawa karbonil α -amino, juga terlibat dalam pembentukan banyak senyawa rasa heterosiklik, reaksi-reaksi utama yang terlibat dalam tahap akhir ini mencakup kondensasi aldol, reaksi aldehid dengan amin dan pembentukan senyawa heterosiklik bernitrogen.



Gambar 2.5 Degradasi produk amadori (Hodge, 1953)



Gambar 2.6 Degradasi stecker (Hodge, 1953)

Tahap akhir dari reaksi Maillard sering ditandai dengan pembentukan polimer nitrogen berwarna coklat dengan berat molekul tinggi yang disebut melanoidin, struktur melanoidins cukup kompleks karena sejumlah besar intermediet reaktif yang terbentuk pada tahap intermediet (Kocadağlı, 2016). Reaksi tersebut telah dipelajari selama bertahun – tahun untuk dampak yang ditimbulkan dengan adanya proses reaksi tersebut, dan ditemukan fakta bahwa proses reaksi maillard menimbulkan efek positif dan negatif (Capuano dan Fogliano, 2011). Penggunaan *heat treatment* selama *aging* black garlic memberikan beberapa manfaat seperti peningkatan gula reduksi, pengurangan aroma pedas dan peningkatan antioksidan (Lu *et al.*, 2016), selain itu terjadi perubahan warna dari warna dasar bawang yang berwarna putih menjadi lebih gelap atau bahkan hitam.

Perubahan selama proses aging dikarenakan reaksi browning non enzimatis yang terjadi antara gula pereduksi dan asam amino (Wang *et al.*, 2011). Proses tersebut dikenal dengan reaksi maillard. Reaksi maillard menyebabkan terjadinya perubahan warna, aroma, rasa, dan terbentuk komponen kima yang diikuti oleh degradasi polisakarida selama pemanasan.

Reaksi maillard terjadi antara gugus karbonil gula reduksi dengan gugus amino, peptida atau protein. Reaksi ini sangat kompleks dan dibagi menjadi tiga tahapan. Pada tahap awal akan terbentuk glikosilamin dan komponen amadori, selanjutnya terjadi dekomposisi senyawa amadori dengan diikuti degradasi stecker dan tahap akhir akan terjadi perubahan senyawa karbonil (furfural, aldehid hasil stecker) menjadi senyawa yang memiliki berat molekul tinggi, produk dari degradasi komponen amadori adalah hidroksimetil furfural (HMF) yang terbentuk dari 3 jalur deoksiglukoson dan menjadi prekursor untuk pembentukan senyawa melanoidin (Rosida *et al.*, 2013). Tahap akhir dari reaksi maillard menghasilkan pigmen – pigment melanoidin yang membawa warna coklat, selain itu juga dapat dihasilkan antioksidat selama proses terjadinya reaksi maillard (Waskito *et al.*, 2014).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Agustus 2017 hingga Januari 2018.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bawang putih impor yang diperoleh dari pasar Tanjung, Kabupaten Jember. Bahan kimia yang digunakan adalah aquades, larutan 0,1% glukosa, HCl, *arsenomolybdat*, etanol, NaOH 20%, metanol, reagen *follin ciocalteu*, Na_2CO_3 5%.

3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan meliputi spektrofotometri, destilator, oven suhu, labu takar, vortex, neraca analitik Ohaus, *magic jar* merk Yong Ma, *rotatory evaporator*, *colour reader* merk tritimus CR-400/410, *Texture Analyzer* CT3 merk Brookfield Ametek, spektrofotometer, desikator, pH meter dan alat-alat gelas.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktor tunggal yaitu lama *aging* yang terdiri atas tiga level waktu yaitu $A_1 = 15$ hari, $A_2 = 25$ hari dan $A_3 = 35$ hari. Setiap sampel dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pengulangan. Variabel pengamatan yang digunakan meliputi kadar gula reduksi, kadar air, total asam tertitrasi, nilai pH, warna, tekstur, dan total polifenol.

3.3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada laboratorium (*experimental laboratory*) yang terdiri dari dua tahap yaitu 1) proses *aging* (pembuatan *black garlic*), 2) pengujian sifat kimia dan fisik.

a. Prosedur pembuatan *black garlic*

Bawang putih import yang diperoleh dari pasar Tanjung, Kabupaten Jember kemudiann dilakuakan *aging* sesuai dengan faktor perlakuan yang telah ditetapkan. Tahapan awal dari penlitian dilakukan pemilihan bawang putih dengan kondisi umbi yang utuh, bawang putih terpilih sebanyak 1 kg dimasukkan ke dalam *magic jar* yang telah dilakukan pemanasan terlebih dahulu selama 2 hari untuk mencapai suhu 70⁰C, bawang putih yang telah dimasukkan ke dalam *magic jar* didiamkan selama waktu tertentu yaitu 15 hari, 25 hari dan 35 hari sehingga didapatkan hasil *aging*. Hasil bawang putih yang telah dilakukan *aging* sesuai dengan faktor perlakuan yang ada disebut bawang hitam (*black garlic*).

3.3.3 Prosedur Analisis

3.3.3.1 Kadar Gula Pereduksi (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Metode pengukuran gula reduksi menggunakan metode Nelson Somogyi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pembuatan Larutan Nelson Somogyi

Pembuatan larutan Nelson Somogyi diawali dengan pembuatan reagen nelson A dan reagen nelson B. Reagensia Nelson A: 12,5 g Natrium karbonat anhidrat, 12,5 g garam Rochelle, 10 g Natrium bikarbonat dan 100 g Natrium sulfat anhidrat dilarutkan dalam 350 ml air suling dan diencerkan sampai 500 mL. Reagensia Nelson B: 7,5 g CuSO₄ · 5H₂O dilarutkan dalam 50 ml air suling dan ditambahkan 1 tetes asam sulfat pekat. Reagensia Nelson dibuat dengan cara mencampur 25 ml Reagensia Nelson A dan 1 ml Reagensia Nelson B. Pencampuran dikerjakan pada setiap hari akan digunakan.

2. Pembuatan Larutan Arsenomolybdat

Reagensia Arsenomolybdat dibuat dengan melarutkan 25 g ammonium molybdat dalam 450 ml air suling dan ditambahkan 25 ml asam sulfat pekat. Pada tempat yang lain 3 g $\text{Na}_2\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam 25 ml air suling. Larutan ini dituangkan ke dalam larutan yang pertama. Larutan yang telah dicampurkan disimpan dalam botol berwarna coklat dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (reagensia berwarna kuning). Reagensia baru dapat digunakan setelah masa inkubasi tersebut.

3. Penyiapan kurva standart

Larutan glukosa standar dibuat dengan cara 10 mg glukosa anhidrat dilarutkan dalam 10 ml aquades. Larutan glukosa standar diambil $10\mu\text{L}$, $25\mu\text{L}$, $75\mu\text{L}$, $150\mu\text{L}$, $200\mu\text{L}$ dan $250\mu\text{L}$, masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Sebanyak 1 mL reagen nelson ditambahkan dan dipanaskan selama 20 menit pada suhu 100°C , kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Sebanyak 1 ml reagen arsenomolibdat ditambahkan ke dalam larutan dan campuran ditera hingga mencapai 10 ml, dan dikocok hingga homogeny, absorbansinya dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Penyiapan kurva standar bertujuan untuk menentukan nilai regresi linear sebagai rumus dasar perhitungan kadar gula reduksi sampel. Rumus regresi linear yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$y = ax + b$$

Keterangan : y = kadar gula reduksi (mg/0,50ml)

a = nilai absorbansi bahan

x = nilai absorban bahan-nilai absorban blanko

b = nilai absorbansi glukosa

4. Analisa Gula Pereduksi

Black garlic dihaluskan dan ditimbang 1 gram, dan ditambahkan aquades hingga volume 100 ml. Sampel sebanyak 0,50 ml diambil dan ditambahkan 4 ml aquades dan 2 ml HCl 6,76N, setelah itu dimasukkan dalam water bath pada suhu 60°C selama 10 menit. Indikator pp 2-5 tetes, 1 ml NaOH 20%, dan HCl 0,5N ditambahkan pada larutan dan ditera hingga 100 ml. $500\mu\text{L}$ larutan diambil dan

ditambahkan 1 ml reagen Nelson lalu dipanaskan selama 20 menit pada suhu 100°C dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang. 1 ml reagen arsenomolibdat dan 7,5 ml akuades ditambahkan dan dikocok sampai homogen. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 540 nm. Plot pada kurva standar yang sudah didapatkan sebelumnya.

3.3.3.2 Kadar Air (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode pemanasan, sampel padat yang telah dihaluskan dilakukan penimbangan sebanyak 2 gram dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya. Keringkan botol beserta sampel ke dalam oven pada suhu 100-105°C selama 5 jam selanjutnya dinginkan dalam desikator untuk menurunkan suhu dan menstabilkan kelembapan (RH) setelah itu ditimbang. Analisis pengeringin dilakukan kembali selama 30 menit menggunakan analisis yang sama. Tahap ini diulangi hingga dicapai bobot yang konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg).

3.3.3.3 Total Titrasi Asam

Sampel padat ditimbang sebanyak 5g diencerkan dengan 50ml aquades dan disaring menggunakan kertas saring. Filtrat dimasukkan ke dalam labu takar 100ml dan ditera menggunakan aquades. Filtrat diambil sebanyak 5 ml, ditambahkan 25ml aquades serta 2 tetes phenolphthalein (PP) setelah itu dititrasi menggunakan NaOH 0,01 N hingga timbul warna merah muda. Total asam tertitrasi diasumsikan sebagai total asam laktat yang terukur dari sampel.

Perhitungan total asam laktat menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ total asam} = \frac{\text{ml NaOH} \times N \text{ NaOH} \times BM \times g \text{ sampel}}{1} \times 100\%$$

3.3.3.4 Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui perubahan pH selama *aging black garlic*, prosedur dpengukuran pH dilakukan dengan cara kalibrasi pH meter menggunakan buffer pH 4 dan pH 7, sampel ditimbang 10g dan dihaluskan

menggunakan mortar dan alu, bahan yang telah dihaluskan kemudian di larutkan dalam 100ml aquades dan larutan sampel diuji menggunakan pH meter.

3.3.3.5 Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan *colour reader*. Sampel ditargetkan pada 5 titik sampel yang berbeda. Sebelum dilakukan pembacaan pada sampel perangkat diharuskan dalam kondisi standart, yang dapat dilakukan dengan cara meletakkan lensa pada keramik, dari hasil standarisasi diperoleh nilai standart. L menunjukkan derajat kecerahan dari warna hitam (0) hingga putih (100). Cara penggunaan *colour reader* adalah dengan menyentuhkan monitor *colour reader* sedikit memungkinkan pada permukaan sampel yang kemudian alat dihidupkan. Intensitas warna sampel ditunjukkan oleh angka pada monitor yang terbaca. Pengukuran dilakukan pada setiap sampel dengan 5 titik pengulangan pada sampel, setiap ulangan dilakukan perhitungan rata-rata, nilai yang diamati adalah nilai kecerahan produk yang dilambangkan (L) pada monitor pengolahan data dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$L = \text{Standart } L + dL$$

Keterangan :

L : Kecerahan warna, nilai L berkisar antara 0-100 yang menunjukkan warna hitam sampai putih.

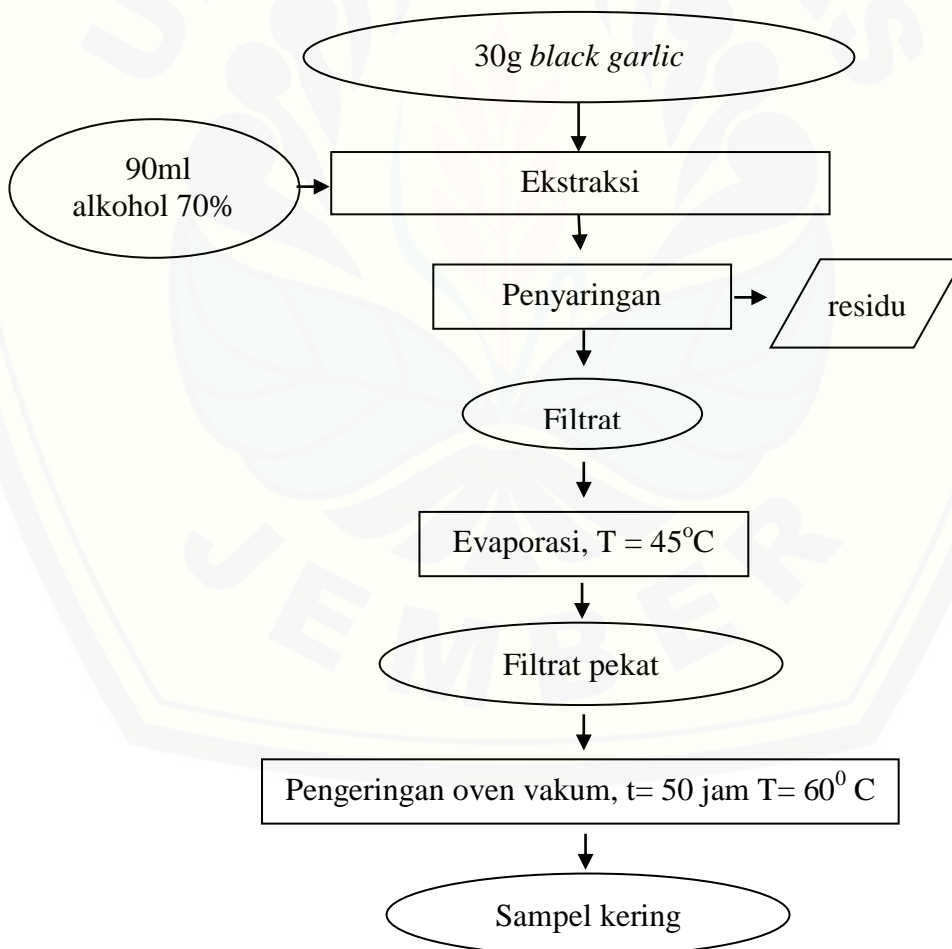
3.3.3.6 Tekstur

Pengukuran tekstur dilakukan menggunakan *texture analyzer* dengan *load cell* 1500 gram. Cara pengukuran yaitu sampel dipotong berbentuk persegi dengan ukuran 3 cm x 3 cm. Sampel diletakkan ditengah-tengah *platform* pada *texture analyzer*. *Platform* yang digunakan yaitu jenis TA-JPA dan terdapat lubang ditengah-tengah *platform*. Dilakukan penekanan pada sampel menggunakan probe TA9 yang berbentuk jarum dengan pengaturan kedalaman 4 mm sampai jarum menembus sampel. *Test speed* yaitu 0,5 mm/s. *Pre-test speed* penekanan yaitu 2,0 mm/s dan *post-test speed* penekanan 4 mm/s. lalu dilakukan pembacaan data hasil

pengukuran pada layar monitor komputer yang telah dihubungkan dengan *texture analyzer*. Pengukuran dilakukan pengulangan 3 (tiga) kali.

3.3.3.7 Total Polifenol

Black garlic diekstraksi menggunakan alkohol 70% selama 3 jam dengan perbandingan 1:3 (*Black garlic* : etanol 70%) pada suhu 25 – 30⁰ C menggunakan shaker waterbath, sampel yang telah direndam alkohol 70% disaring menggunakan kain saring. Filtrate atau larutan hasil penyaringan dipanaskan dengan evaporator berputar pada suhu 45⁰ C. Larutan pekat hasil evaporasi dikeringkan pada oven vakum selama 50 jam pada suhu 60⁰ C. Diagram alir proses ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Diagram alir ekstraksi polifenol *black garlic*

Uji total Total polifenol diukur dengan menggunakan metode *follin-ciocalteu*. Sebanyak 1.5 gram sampel ditera pada 50 ml akuades dan di cuplik 100 μ l ekstrak sampel ditambahkan 495 μ l aquades sehingga didapatkan total larutan sebanyak 5 ml. Setelah itu ditambahkan reagen *follin ciocalteau* sebanyak 0,5 ml dan dilakukan vortex. Selanjutnya dilakukan pendiaman selama 5 menit dan ditambahkan 1 ml Na_2CO_3 7% pada larutan dan di vortex lagi. Campuran dilakukan pendiaman kembali selama 60 menit dalam tempat gelap. Pengukuran nilai absorbansi pada sampel menggunakan UV-VIS spektrofotometer dengan panjang gelombang 765 nm. Kandungan senyawa polifenol dinyatakan dalam mg asam galat per g bahan kering (mg GAE/g), GAE = *Gallic acid equivalent*.

3.4 Analisis Data

Data pengamatan yang dihasilkan di analisis metode deskriptif dan data yang dihasilkan disajikan secara grafik histogram.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengolahan *black garlic* dengan menggunakan *aging* dalam kondisi panas memberikan perbedaan terhadap sifat fisik dan kimia *black garlic* pada setiap perbedaan waktu *aging*, semakin lama proses *aging black garlic* memberikan dampak perubahan pada sifat fisik dan kimia *black garlic*. Semakin lama proses *aging* terjadi penurunan pada kadar gula pereduksi, total asam, pH, kadar air dan total polifenol. *Aging* juga memberikan pengaruh terhadap tekstur dan warna *black garlic*, dengan bertambahnya waktu *aging* tekstur semakin mengeras dan warna semakin hitam.
2. Pengolahan *black garlic* pada hari ke – 15 memiliki sifat yang paling baik dari segi nilai total polifenol 15,21 GAE/g, nilai tekstur 0,27 N sehingga tidak terlalu keras dan mudah dikonsumsi, nilai gula pereduksi tertinggi 42,15% dan nilai total asam terendah 3,07 MeQ/g serta derajat keasaman yang lebih tinggi dari pada perlakuan lainnya (pH 3,96).

5.2 Saran

Pengolahan *black garlic* hanya dengan menggunakan *aging* dalam kondisi panas masih memiliki banyak kekurangan, sehingga perlu dilanjutkan penelitian pengolahan *black garlic* pada suhu dan RH yang telah ditentukan selama *aging*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah. 2011. Analisis Komponen Volatil Pembentuk Flavor dalam Bawang Putih untuk Aplikasi Kacang Salut. *Skripsi* Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Arnoldi, A. 2001. *Thermal processing and food quality: analysis and control*. Milan: University of Milan.
- Bae S.E, Cho Y.C, Won Y.D, Lee S.H, park H.J. 2014. Changes in S-allyl cysteine contents and physicochemical properties of black garlic during heat treatment. *Food Science and Technology* 55 (2014) 397 – 402.
- Borlinghaus Jan, Albrecht Frank, C. H Martin. Gruhlke, Nwachukwu Ifeanyi D, Slusarenko Alan J. 2014. Allicin: Chemistry and Biological Properties. *Molecules* 2014, 19, 12591-12618; ISSN : 1420-3049
- Choi S.I, Cha S.H, Lee Y.S. 2014. Physicochemical and Antioxidant Properties of Black Garlic. *Molecules*, 19, 16811-16823
- Capuano, E dan Fogliano, V. 2011. Acrylamide and 5 hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *Food science technology* 44 (2011) 793-810
- Colin-Gonzalez Ana L., Santana A. Ricardo, Silva-Islas Carlos A., Chanez-Cardenas Maria E., Santamaria Abel, Maldonado Perla D. 2012. The Antioxidant Mechanisms Underlying the Aged Garlic Extract- and S-Allylcysteine-Induced Protection. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* Volume 2012, Article ID 907162, 16 pages
- Deni E.N, Anggorowati D.R. 2018. *Pengantar bioteknologi (teori dan aplikasi)*. Sleman : Deeppublish
- De Man. J., M. 1999. *Principles of Food Chemistry Third edition*, An Aspen Publication. Gaithersburg.
- Garcia-Villalon A.L., Amor S, Monge L, Fernandez N, Prodanov M, Munoz M, Inarejos-Garcia A.M, Granado M. 2016. In vitro studies of an aged black garlic extract enriched in S-allylcysteine and polyphenol with cardioprotective effect. *Journal of functional foods* 27 (2016) 189 – 200.
- Hastuti R.P. 2008. Pengaruh penggunaan bubuk bawang putih (*allium sativum*) dalam ransum terhadap performa ayam kampung yang diinfeksi cacing *ascaridia galli*. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Hermawan E.U dan Setiawan A.D. 2003. REVIEW: Senyawa Organosulfur Bawang Putih (*Allium sativum* L.) dan Aktivitas Biologinya. *jurnal biofarmasi 1* (2): 65-67 ISSN: 1693-224
- Hodge John E. 1953. Dehydrated Foods “Chemistry of Browning Reaction in Model Sytem. *Northern Regional Research Laboratory. 1* (15)
- Kang Ok-Ju. 2016. Physicochemical Characteristics of Black Garlic after Different Thermal Processing Steps. *Prev. Nutr. Food Sci.* 2016;21(4):348-354
- Kimura S, Tung Y, Pan M, Su N, Lai Y, Cheng K. 2017. Black garlic: A critical review on its production, bioactivity, and application. *Journal of food and drug analysis* 25 (2017) 62 – 70.
- Kim S, Kang O, Gweon C. 2013. Changes in the Content of Fat- and Water-soluble Vitamins in Black Garlic at the Different Thermal Processing Steps. *Food Sci. Biotechnol.* 22(1): 283-287 (2013)
- Kocadagli, Tolgahan. 2016. Investigation and Kinetic Modelling of α -Dicarbonil Compound Formation in Foods. *Thesis*. Turkey: Hacettepe University Turkey
- Liang, Tingfu, Wei Feifei, Lu YI, Kodani YOshimori, Nakada Mitshuko, Miyakawa Takuya, Tanokuro Masaru. 2015. Comprehensive NMR Analysis of Compositional Changes of Black Garlic during Thermal Processing. *J. Agric. Food Chem.*, 2015, 63 (2): 683–691
- Lu Xiaoming, Ningyang Li, Xuguang Qiao, Zhichang Qiu, Pengli Liu. 2016. Composition analysis and antioksidant properties of black garlic extract. *Journal of food and drug analysis XXX* (2016) 1-10.
- Manab Abdul. 2013. Kajian Penggunaan Sukrosa Terhadap Pencoklatan Non-Enzimatis Dodol Susu. *J. Ternak Tropika* 6 (2); 58-63, 2007
- Marisi, Nainggolan R.J, Julianti E. 2016. Pengaruh Komposisi Udara Ruang Penyimpanan Terhadap Mutu Jeruk Siam Brastagi (*Citrus Nobilis Lour Var Microcarpa*) Selama Penyimpanan Suhu Ruang. *J.Rekayasa Pangan dan Pert.*, Vol.4 No. 3 Th. 2016
- Nilasari O.W, Susanto W.H, Maligan J.H. 2017. Pengaruh Suhu Dan Lama Pemasakan Terhadap Karakteristik Lempok Labu Kuning (Waluh). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 5 (3):15-26

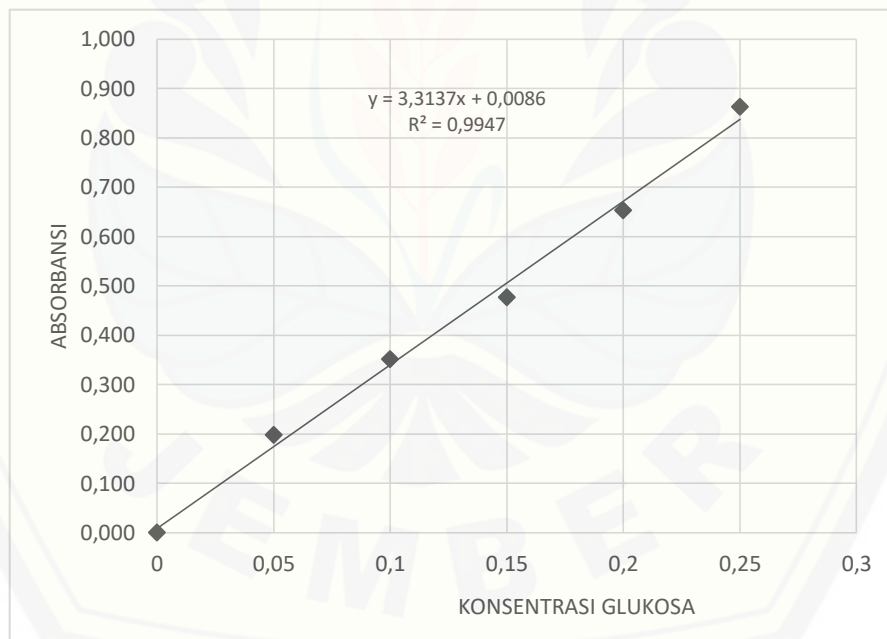
- Prasonto, Djuned, Riyanti Eriska, Meirana Gartika. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum*). *ODONTO Dental Journal*. 4 (2) 2017
- Riansyah, Angga, Supriadi Agus, Nopianti Rodiana. 2013. Pengaruh Perbedaan Suhu Dan Waktu Pengeringan Terhadap Karakteristik Ikan Asin Sepat Siam (*Trichogaster Pectoralis*) Dengan Menggunakan Oven. *Riau : Fistech II* (2)
- Rosida D.F, Wijaya C.H, Apriyanto A, Zakaria F.R. 2013. *Aktivitas Antioksidan Fraksi-Fraksi Model Dari Produk Reaksi Maillard*. Ejournal Upn Jatim.
- Santoso, H.B. 2000. *Bawang Putih. Edisi ke-12*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Sarastuti, Mawar, Yowono S.S. 2015. Pengaruh Pengovenan Dan Pemanasan Terhadap Sifat-Sifat Bumbu Rujak Cingur Instan Selama Penyimpanan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (2): 464-475
- Sasaki J, Lu Chao, Machiya E, Tanahashi M, Hamada K. 2007. Processed Black garlic (*allium sativum*) extract enhance anti-tumor potency against mouse tumors. *Medical and aromatic journal of plant science and biotechnology* 1(2), 278 – 281 (*Global science books*).
- Sato E, Kohno M, Hamano H, Niwano Y. 2006. Increased anti-oksidative potency of garlic by spontaneous short-term fermentation. *Plant foods for human nutrition* 61: 157 – 160.
- Setyawati P. 2014. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Umbi Bawang Putih dengan Lama Aging Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus Aureus*. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Singgih Wibowo. 2001. *Budidaya Bawang Putih, Merah dan Bombay*. Jakarta : Penebar Swadaya ISBN 979-8031-77-6
- Sudarmadji S, Haryono B, dan Suhardi. 1997. *Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- United State Department of Agricultural. 2016. *National Nutrient Database for Standard Reference*. Release 28 slightly revised May, 2016
- Utami R.R, Supriyanto S, Rahardjo Sri, Ria Armu. 2017. Aktivitas Antioksidan Kulit Biji Kakao dari Hasil Penyangraian Biji Kakao Kering Pada Derajat Ringan, Sedang dan Berat. *Agritech*, 37 (1): 88-94 2017
- Wang Guk In, Hyun Y.K, Koan S.W. Junsoo Lee, Heon S.J. 2011. Biological activities of Maillard reaction products (MRPs) in a sugar–amino acid model system. *Food Chemistry* 126 (2011) 221–227

- Waskito Yanuar A.P, Al-Barri A.N, Abduh Setya B.P. 2014. Intensitas Warna Kecoklatan, Sifat Antioksidan, dan Goaty Aroma pada Proses Glikasi Whey Susu Kambing dengan L-psikosa, L-tagatosa, dan Lfruktosa. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 3 (4) 2014
- Winarno, FG. Fardiaz S. 1995. *Pengantar teknologi pangan*. Jakarta: Gramedia.
- Yuan H, Sun L, Chen M, Wang J. 2016. The comparison of the contents of sugar, amadori and heyns compounds in fresh garlic and black garlic. *J Food Sci* 2016;81:C1662-8.
- Zhang, X. 1999. *WHO Monographs on Selected Medicinal Plants: Bulbus Allii Sativii*. Geneva: World Health Organization.
- Zhang Xianyan, Li Ningyang, Lu Xiaoming, Liu Pengli, Qlao Xuanguang. 2015. Effects of temperature on the quality of black garlic. *J Sci Food Agric* 2016; 96: 2366–2372
- Zilic Sladana, Mogol B.A, Akilloğlu Gul, Serpen Arda, Babic Milosav, Gokmen Vural. 2013. Effects of infrared heating on phenolic compounds and Maillard reaction products in maize flour. *Journal of Cereal Science* 58.

LAMPIRAN

Lampiran 4.1 Kurva Standar Gula Pereduksi

| Jumlah Pengambilan standart (μ l) | Rata2 Absorbansi | Jumlah Glukosa |
|--|------------------|----------------|
| 0 | 0.019 | 0 |
| 500 | 0.216 | 0.05 |
| 1000 | 0.369 | 0.1 |
| 1500 | 0.495 | 0.15 |
| 2000 | 0.671 | 0.2 |
| 2500 | 0.881 | 0.25 |



Lampiran 4.2 Kadar Gula Pereduksi

| Waktu | Ulangan (%) | | | Average | STDEV |
|---------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| | U1 | U2 | U3 | | |
| 15 hari | 43.96175 | 42.63637 | 42.15925 | 42.91912 | 0.933921 |
| 25 hari | 17.11188 | 18.48801 | 17.70428 | 17.76806 | 0.690279 |
| 35 hari | 7.214312 | 7.842238 | 8.69909 | 7.918547 | 0.745325 |

Lampiran 4.3 Total Asam Tertitrasi

| | Ulangan (MeQ/g) | | | Rerata | STDEV |
|---------|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| | U1 | U2 | U3 | | |
| 15 HARI | 3.0522 | 3.0198 | 3.1629 | 3.0783 | 0.0750 |
| 25 HARI | 3.9353 | 4.1232 | 4.1355 | 4.0647 | 0.1122 |
| 35 HARI | 6.3813 | 6.2440 | 5.8027 | 6.1427 | 0.3023 |

Lampiran 4.4 Derajat Keasaman

| | Ulangan (pH) | | | Rata-Rata | STDEV |
|------|--------------|------|------|-----------|--------|
| | U1 | U2 | U3 | | |
| 15 H | 3.93 | 3.93 | 4.00 | 3.96 | 0.0385 |
| 25 H | 3.77 | 3.63 | 3.73 | 3.71 | 0.0694 |
| 35 H | 3.60 | 3.60 | 3.53 | 3.58 | 0.0385 |

Lampiran 4.5 Kadar Air

| Perlakuan | ULANGAN (%) | | | RERATA | STDEV |
|-----------|-------------|---------|---------|---------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 15 HARI | 56.8099 | 57.9191 | 57.1197 | 57.2829 | 0.5723 |
| 25 HARI | 53.1574 | 54.4534 | 52.8087 | 53.4732 | 0.8667 |
| 35 HARI | 46.3510 | 46.9519 | 47.5942 | 46.9657 | 0.6217 |

Lampiran 4.6 Nilai Tekstur

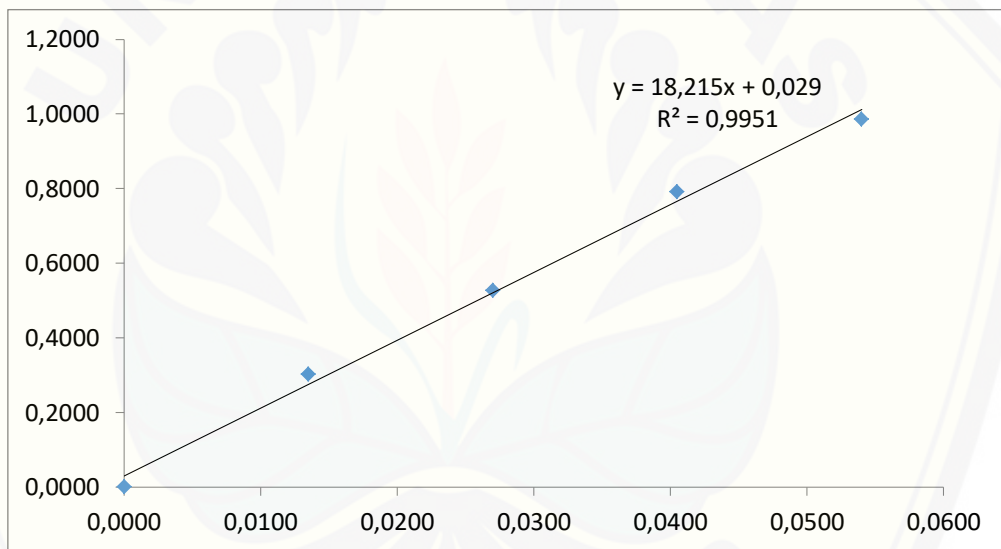
| | Ulangan (N) | | | Rata-rata | STDEV |
|---------|-------------|------|------|-----------|----------|
| | U1 | U2 | U3 | | |
| 15 Hari | 0.26 | 0.28 | 0.27 | 0.27 | 0.011706 |
| 25 Hari | 0.44 | 0.38 | 0.35 | 0.39 | 0.044012 |
| 35 Hari | 1.66 | 1.70 | 1.65 | 1.67 | 0.024037 |

Lampiran 4.7 Warna

| | Ulangan (L) | | | Rata-rata | STDEV |
|------|-------------|----------|----------|-----------|----------|
| | U1 | U2 | U3 | | |
| 15 H | 37.5 | 37.16667 | 37.03333 | 37.27 | 0.329983 |
| 25H | 33.9 | 34.93333 | 33.7 | 34.18 | 0.661928 |
| 35H | 28.33333 | 29.46667 | 29.8 | 29.20 | 0.768838 |

Lampiran 4.8 Kurva Standar

| Asam Galat (μ l) | Konsentrasi | Absorbansi |
|-----------------------|-------------|------------|
| 0 | 0.0000 | 0.123 |
| 25 | 0.0135 | 0.425 |
| 50 | 0.0270 | 0.649 |
| 75 | 0.0405 | 0.914 |
| 100 | 0.0540 | 1.108 |



Lampiran 4.9 Total Polifenol

| | Ulangan (GAE/g) | | | AVERAGE | SD |
|---------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| | U1 | U2 | U3 | | |
| 15 HARI | 14.05435 | 15.18895 | 16.40284 | 15.21538 | 1.174469 |
| 25 HARI | 12.04136 | 13.32845 | 13.48705 | 12.95229 | 0.792864 |
| 35 HARI | 12.60866 | 12.37076 | 10.99216 | 11.99052 | 0.872752 |

Lampiran 4.10 Hasil Analisa Kontrol (bawang putih)

| No | Jenis Analisis | Nilai |
|----|----------------------|----------------|
| 1. | Gula pereduksi | 2.865458 % |
| 2. | Total asam tertirasi | 2.735724 MeQ/g |
| 3. | Nilai pH | 6.73333333 |
| 4. | Kadar air | 61.46928902 % |
| 5. | Nilai tekstur | 4.37 N |
| 6. | Warna (L) | 66.41 |
| 7. | Total polifenol | 5.3802mg GAE/g |

Lampiran Gambar Proses Penelitian

Pengeringan ekstrak *black garlic*



Pengujian derajat keasaman



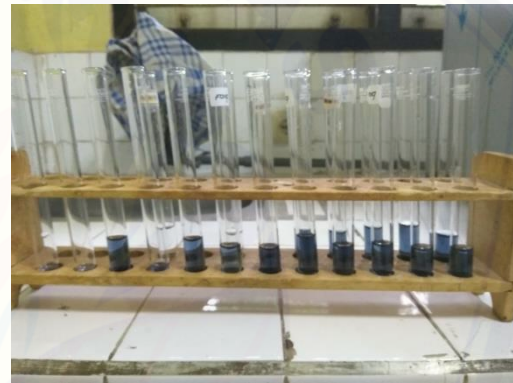
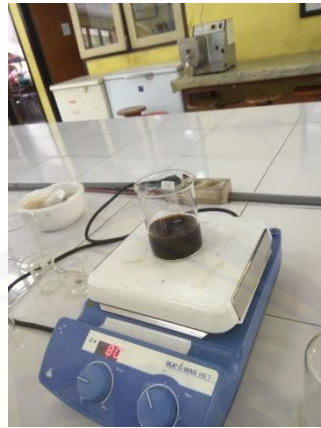
Spektro Kadar Gula Pereduksi



Pengujian Kadar air



Pengujian Total Asam



Kadar Gula Pereduksi



Total Polifenol