



**KINETIKA PERUBAHAN TEKSTUR DAN WARNA BAWANG PUTIH
(*Allium sativum*) SELAMA PROSES PRODUKSI
BLACK GARLIC**

SKRIPSI

Oleh

**Mochamad Hilmi Muhalla
NIM 141710201070**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**KINETIKA PERUBAHAN TEKSTUR DAN WARNA BAWANG PUTIH
(*Allium sativum*) SELAMA PROSES PRODUKSI
BLACK GARLIC**

SKRIPSI

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

Oleh

**Mochamad Hilmi Muhalla
NIM 141710201070**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah Subhana Wa Ta'ala, puji syukur kehadiratNya yang telah memudahkan segala urusan, semoga rahmat dan hidayah selalu mengiringi setiap langkah hamba dan berilah ampunan atas segala dosa hamba;
2. Rosulullah Shallallahu 'alaihi Wa Sallam yang telah membimbing dan memperjuangkan umat manusia menjadi khalifah di bumi serta menjadi teladan untuk mencapai kebahagiaan di dunia maupun akhirat;
3. Orang tuaku tercinta, Ibunda Supiyati dan Ayahanda Sholihin

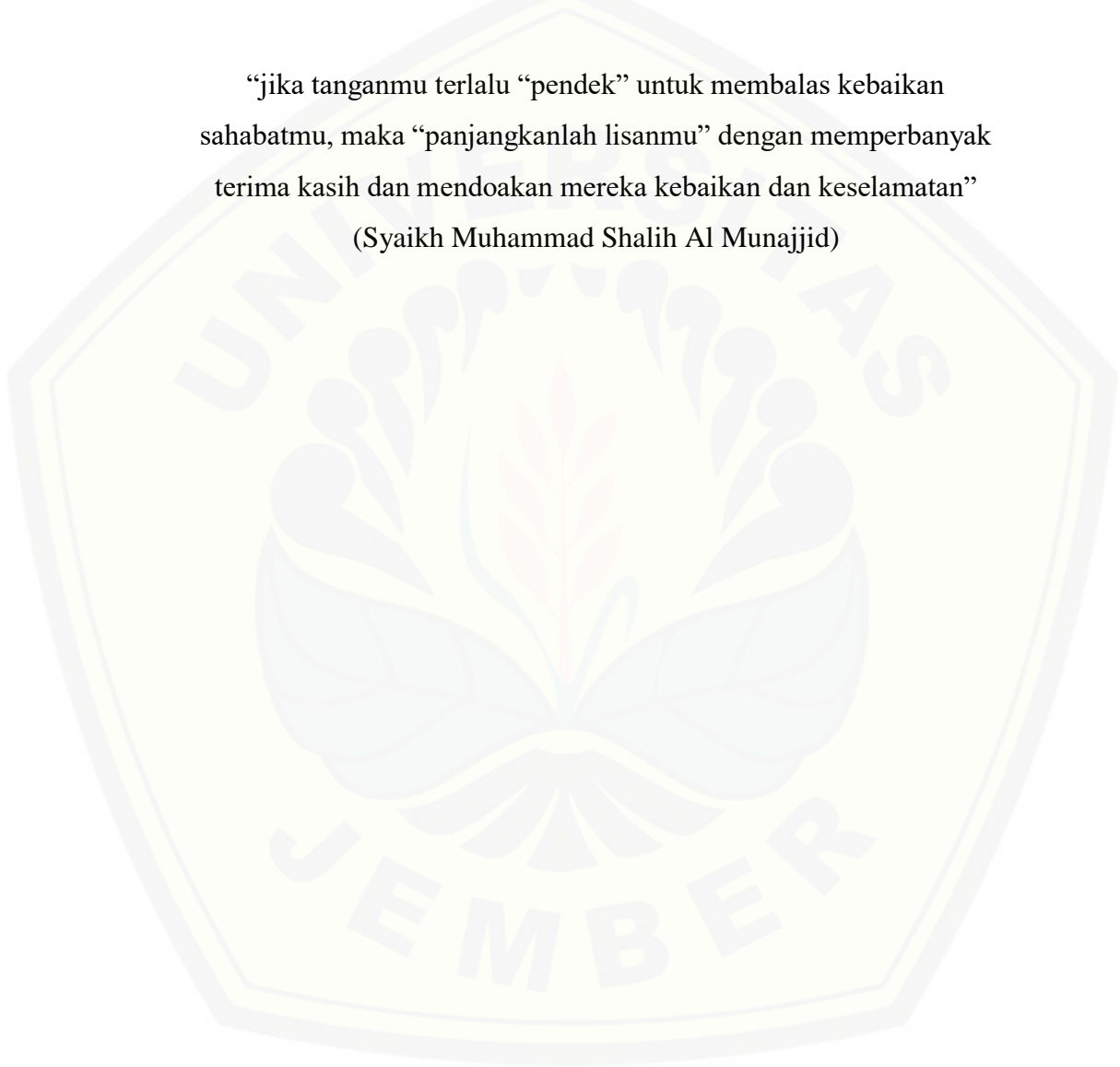
MOTTO

“karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan”

(Ali bin Abi Thalib)

“jika tanganmu terlalu “pendek” untuk membalas kebaikan sahabatmu, maka “panjangkanlah lisanmu” dengan memperbanyak terima kasih dan mendoakan mereka kebaikan dan keselamatan”

(Syaikh Muhammad Shalih Al Munajjid)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochamad Hilmi Muhalla

NIM : 141710201070

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Kinetika Perubahan Tekstur dan Warna Bawang Putih (*Allium sativum*) Selama Produksi *Black Garlic*” 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 di junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Februari 2019
Yang menyatakan,

Mochamad Hilmi Muhalla
NIM 141710201070

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Kinetika Perubahan Tekstur dan Warna Bawang Putih (*Allium sativum*) Selama Produksi *Black Garlic*” karya Mochamad Hilmi Muhalla telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 12 April 2019

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng.
NIP 196910051994021001

Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.
NIP 760016795

Tim Penguji:

Ketua Penguji

Penguji Anggota

Dr. Idah Andriyani, S.TP., M.T
NIP. 197603212002122001

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

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Kinetika Perubahan Tekstur dan Warna Bawang Putih (*Allium sativum*) Selama Produksi *Black Garlic*; Mochamad Hilmi Muhalla, 141710201070; 2019; 49 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Bawang putih merupakan tanaman rempah yang biasanya digunakan sebagai bumbu dapur juga bisa dimanfaatkan untuk kesehatan. Dalam prakteknya bawang putih yang diambil manfaatnya untuk kesehatan biasanya diolah menjadi *black garlic*. *Black garlic* merupakan hasil dari pengolahan bawang putih yang dipanaskan pada suhu 70°C yang diletakkan pada ruang yang terkontrol selama kurang lebih satu bulan. Selama produksi *black garlic* terdapat proses yang tidak diketahui oleh kebanyakan orang yaitu perubahan tekstur dan warna. Selain hal tersebut masih sedikit penjelasan tentang perlakuan pembungkusan terhadap bawang putih selama pemanasan bisa berpengaruh terhadap kualitas dari bawang hitam yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari kinetika perubahan tekstur dan warna serta pengaruh perlakuan pembungkusan terhadap bawang putih selama proses produksi *black garlic*.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai September 2018 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertaian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Bahan yang digunakan yaitu bawang putih impor jenis kating yang diperoleh dari Pasar Tanjung Jember. Penelitian ini dilakukan menggunakan media pemanas oven dengan tiga bahan pembungkus yang berbeda (tisu, kertas minyak dan alumunium foil). Selama pemanasan bawang putih dilakukan pengamatan tiap dua hari sekali untuk melihat perubahan tekstur dan warna bawang putih. Analisa data menggunakan pemodelan analisis regresi non linier yang diikuti dengan uji validitas. Data dari penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Selama proses pemanasan tekstur dan warna bawang putih mengalami perubahan senilai 190,93 N - 31,17 N, tingkat kecerahan (L) sebesar 59,40 - 36,5, tingkat kemerahan (a) sebesar 2,5 - 5,93, tingkat kekuningan (b) sebesar 25,2 - 5,4. Perlakuan pembungkusan terhadap bawang putih berpengaruh terhadap lamanya waktu pemanasan. Dari tiga pembungkus yang berbeda, produk *black garlic* yang memiliki kualitas dan hasil yang baik terdapat pada bungkus alumunium foil. Untuk model empiris perubahan tekstur dan warna diperoleh dari analisis regresi non linier. Dari beberapa model yang dihasilkan dan di uji validitas, model tekstur yang memiliki keakuratan tinggi terdapat pada pembungkus tisu dan model warna yang memiliki keakuratan yang tinggi terdapat pada pembungkus kertas minyak.

SUMMARY

Kinetic of Garlic (*Allium sativum*) Texture and Color Changes During Production of Black Garlic; Mochamad Hilmi Muhalla, 141710201070; 2019; 49Pages; Department of Agricultural Engineering; Faculty of Agricultural Technology; University of Jember.

Garlic is one of the spices that usually used for cooking seasoning, and can be used for health. Practically garlic that used for health usually processed as black garlic. Black garlic is a result of garlic processing that heated up until 70°C that placed in a controllable container for about one month. During black garlic production, there was a process that unknown to most people there are texture and colour changing. Besides that, there was still a few explaining about wrapping treatment during heating processing in black garlic production. This treatment has an effect on black garlic quality itself. The main purpose of this research was to known the kinetic changes in texture and color for different wrapping method of garlic during black garlic production.

This research was done from July until September 2018 at Laboratory of Agricultural Products Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. Samples that used are garlic from Tanjung market Jember. In this research used heater with three different types of wrap (tissue, paper wrap, and aluminium foil). During garlic heating process, observation did every two days for looking at texture and colour changing of garlic. Data analysis that used was non-linear regression analysis modelling then following by validity test. Data from this research was presented as tables and graphs.

During heating process garlic texture and colour were changed until 190,93 N - 31,17 N, saturation value (L) 59,40 – 36,5, (a) 2,5 – 5,93 and (b) 25,2 – 5,4. Garlic wrapping treatment was affected by heating time. From three different type of wrap, black garlic with the best result was wrap using aluminium foil. For empirical modelling, texture and colour changing obtained by non-linear regression analysis. the result of validity test from several modelling, texture modelling that has high accuration was from tissue wrap and colour modelling that has high accuration was from paper wrap.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Karakteristik Tekstur Nasi Instan yang Dihasilkan Dari Beragam Suhu Pengeringan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Sholihin dan Ibunda Supiyati tercinta yang mendoakan dan memotivasi setiap waktu;
2. Semua keluarga (mbah sayani, lek muk, om roji, wahyu dan najwa), yang telah memberikan dorongan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir;
3. Dr. Ir. Iwan Taruna. M. Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini serta membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
4. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
5. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
6. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
8. HMJ-Imatekta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan banyak pelajaran kehidupan. Terima kasih atas pengalaman berorganisasi dan kekeluargaan yang sangat mengesankan;

9. UKM-Paduan suara Symphoni Choir Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terima kasih atas pengalaman kesenian paduan yang sangat mengesankan;
10. Rocky, Riset, Firman, Idho selaku teman – teman mulai maba sampai sekarang. Terimakasih atas semangat dan bantuannya;
11. Wildan, Inton, Alif, Aji, selaku teman-teman pelipurlara. Terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya;
12. Yoga, Ivo, Enci dan Puri, Kamil selaku teman-teman berproses. Terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya
13. Teman-teman TEP-C 2014 dan teman seangkatan 2014 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang, terima kasih atas nasehat dan motivasinya;
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, 26 Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
RINGKASAN / SUMMARY	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bawang Putih (<i>Allium sativum</i>)	5
2.3.1 Tekstur	7
2.2 Proses Pengolahan Bawang Hitam (<i>Black Garlic</i>)	8
2.3 Pengaruh Proses Pemanasan Terhadap Bahan Pangan	9
2.3.1 Tekstur	9
2.3.2Warna	10
2.4 Pembungkusan	11
2.4.1 Alumunium foil.....	11
2.4.2 Tisu Dapur (Tisu Towel)	12
2.4.3 Kertas Minyak (Kertas Bungkus)	12
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	13
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.3.1 Pembersihan Bawang Putih	15
3.3.2 Penirisan Bawang Putih Dalam Suhu Ruang Selama 6 Jam ..	15
3.3.3 Pengukuran Kadar Air Awal Sampel Bawang Putih.....	15

3.3.4 Pembungkusan Bawang Putih dengan Tisu (TS), Kertas Minyak (KM) dan Alumunium foil (AL)	17
3.3.5 Pemanasan Bawang Putih Pada Suhu 70 °C.....	17
3.3.6 Pengukuran Tekstur, Warna dan Kadar Air Pada Interval Waktu 2 hari Sekali Selama Proses Pemanasan.....	18
3.3.7 Analisi Data	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Perubahan Kadar Air Bawang Putih	22
4.2 Perubahan Tekstur Bawang Putih.....	24
4.3 Perubahan Warna Bawang Putih	26
4.4 Model Perubahan Sifat Fisik Bawang Putih	29
4.4.1 Konstanta Sifat Fisik Bawang Putih	30
4.4.2 Uji Validitas Model	32
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Rancangan Percobaan	17
4.1 Persamaan pemodelan sifat fisik bawang putih	31



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram alir penelitian.....	14
4.1 Grafik perubahan kadar air basis basah dan basis kering	22
4.2 Laju perubahan kadar air bawang putih terhadap waktu	23
4.3 Perubahan tekstur bawang putih terhadap waktu.....	25
4.4 Foto perubahan warna bawang putih selama proses pemanasan	26
4.5 Perubahan parameter L terhadap waktu	27
4.6 Perubahan nilai parameter warna a terhadap waktu.....	28
4.7 Perubahan nilai parameter b terhadap waktu	29
4.8 Hubungan $(H, L, a, \text{ dan } b)_{\text{observasi}}$ dengan $(H, L, a, \text{ dan } b)_{\text{estimasi}}$ bawang putih selama proses pemanasan dengan pembungkus tisu	32
4.9 Hubungan $(H, L, a, \text{ dan } b)_{\text{observasi}}$ dengan $(H, L, a, \text{ dan } b)_{\text{estimasi}}$ bawang putih selama proses pemanasandengan pembungkus kertas minyak.....	33
4.10 Hubungan $(H, L, a, \text{ dan } b)_{\text{observasi}}$ dengan $(H, L, a, \text{ dan } b)_{\text{estimasi}}$ bawang putih selama proses pemanasandengan pembungkus aluminium foil	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. Data Hasil Perhitungan Perubahan Kadar Air.....	40
LAMPIRAN B. Data Hasil Perhitungan Perubahn Tekstur Bawang Putih.....	43
LAMPIRAN C. Data Hasil Perhitungan Perubahan Parameter Warna L, a, dan b Bawang Putih	44
LAMPIRAN D. Data Persamaan Regresi Non Linier	50
LAMPIRAN E. Data (H, L, a dan b) Observasi dan Estimasi.....	52
LAMPIRAN F. Uji Validitas Model.....	53
LAMPIRAN G. Dokumentasi.....	60

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bawang putih termasuk tanaman rempah yang bernilai ekonomi yang tinggi karena memiliki beragam kegunaan. Tidak hanya didapur bawang putih memegang peranan, bawang putih juga bisa dijadikan sebagai tanaman apotek hidup (Tim Penebar Swadaya, 2001: 2-5). Pada zaman modern, khasiat bawang putih di percaya memiliki berbagai macam manfaat salah satunya sebagai anti oksidant, anti mikroba, dan anti kanker. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menkonfirmasi bahwa bawang putih memiliki banyak khasiat sebagai anti diabetes, anti hipertensi, anti kolesterol, anti atherosclerosis, anti oksidan, anti-agregasi sel platelet, pemacu fibrinolysis, anti virus, antimikroba dan anti- kanker (Lu *et al.*, 2016). Bawang putih memiliki banyak kandungan diantaranya yaitu air, energi,protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, dan kalium. Selain zat – zat tersebut masih banyak zat – zat lain yang terdapat pada bawang putih seperti *allicin*, *scordinin*, *allithiamin*, *sterol*, dan *steroida-glikosida* yang semuanya memiliki manfaat untuk kesehatan dan menghindarkan manusia dari beberapa penyakit berbahaya (Tim Penebar Swadaya, 2001: 2-5).

Bawang putih memiliki kandungan zat – zat yang bisa mencegah ataupun menyembuhkan suatu penyakit, hal itu bisa dilakukan apabila seorang penderita suatu penyakit mengkonsumsi bawang putih segar (tanpa adanya pengolahan) secara rutin, namun hal tersebut kurang disukai karena adanya karakteristik aroma yang menyengat dan rasa pedas dari bawang putih (Bae *et al.*, 2014). Karakteristik aroma yang menyengat dan rasa pedas dari bawang puith disebabkan oleh senyawa *allicin* (Borlinghaus *at al.*, 2014). Aroma dan rasa yang awalnya menjadi suatu masalah ternyata bisa diatasi dengan mengolah bawang putih tersebut, yaitu dengan dilakukan pemanasan terhadap bawang putih tersebut. Bae *et al.*, (2014) melaporkan bahwa pengolahan yang baik untuk menghilangkan karakteristik yang tidak disukai yaitu aroma yang menyengat dan rasa yang tidak enak adalah dengan melakukan pemanasan. Proses pemanasan bawang putih ini mengakibatkan terjadinya perubahan sifat fisik, beberapa perubahan sifat fisiknya

yaitu perubahan tekstur dan warna (Bae *et al.*, 2014). Tekstur pada bawang putih yang awalnya keras berubah menjadi lunak dan warna yang awalnya putih berubah menjadi hitam, dan karena terjadinya perubahan tersebut sifat fisik tersebut terutama yang bisa dilihat perubahan pada warna, maka banyak orang menyebut bawang putih yang sudah diolah tersebut dengan sebutan bawang hitam (*Black Garlic*) (Zhang *et al.*, 2014).

Black garlic diolah dengan cara pemanasan pada suhu 70°C dengan kelembaban 75% yang diletakkan pada ruang yang terkontrol selama kurang lebih satu bulan. *Black garlic* memiliki rasa manis, tekstur lembut dan memiliki aroma yang disukai oleh kebanyakan orang (Sasaki *et al.*, 2007). Menurut Zhang *et al.* (2014), tingkat perubahan indikator kualitas dan rasa bawang hitam dipengaruhi oleh besarnya suhu yang diberikan selama proses pemanasan. Suhu yang diberikan kepada bawang putih agar menghasilkan kualitas dan rasa yang baik adalah 70°C.

Potensi besar yang dimiliki oleh produk bawang hitam ini belum banyak di kembangkan. Selain itu belum ada standarisasi pengolahan bawang hitam, seperti lama waktu pemanasan yang optimal dan perbedaan pelakuan pembungkusan yang optimal selama produksi bawang hitam untuk menghasilkan *black garlic* yang baik secara kualitas dan kuantitas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pengolahan bawang hitam dengan perbedaan perlakuan pembungkusan yang berbeda untuk mendapatkan produk akhir *black garlic* dengan kualitas yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Perubahan tekstur dan warna selama proses pengolahan bawang putih yang diolah menjadi bawang hitam dengan berbagai perlakuan pembungkusan dapat dijadikan indikator penentu berapa lama waktu yang seharusnya diperlukan untuk menghasilkan *black garlic* yang memiliki kualitas yang baik. Selama ini informasi tentang kinetika perubahan tekstur dan warna, serta lama pemanasan dari pengolahan bawang putih belum banyak ditemukan. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi untuk mengetahui kinetika perubahan tekstur dan warna dari bawang putih selama proses pemanasan dengan perbedaan perlakuan pembungkusan

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dibatasi pada pengaruh perbedaan perlakuan pembungkusan bawang putih terhadap perubahan tekstur dan warna selama proses pemanasan. Data yang diamati untuk perubahan tekstur adalah nilai *peak load* dan untuk perubahan warna adalah nilai parameter kecerahan (L), kemerahan (a) dan kekuningan (b).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mempelajari proses pengolahan bawang putih menjadi *black garlic* dengan perbedaan perlakuan pembungkusan. Tujuan khusus penelitian ini adalah :

1. Mengukur kinetika perubahan tekstur dan warna dari bawang putih selama produksi *black garlic* dengan berbagai perlakuan pembungkusan yaitu dengan pembungkus tisu, kertas minyak dan alumunium foil .
2. Mengkaji pengaruh perbedaan perlakuan pembungkusan bawang putih selama produksi *black garic* terhadap perubahan tekstur dan warnanya.
3. Menyusun model empiris kinetika perubahan tekstur dan warna bawang putih selama produksi *black garlic* dengan perlakuan pembungkusan tisu, kertas minyak dan alumunium foil.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi dan wawasan kepada masyarakat yang optimal tentang proses produksi bawang putih hingga menjadi *black garlic* dan dapat mengetahui kinetika perubahan tekstur dan warna bawang putih selama produksi *black garlic* dengan perlakuan pembungkusan tisu, kertas minyak dan alumunium foil.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bawang Putih (*Allium sativum*)

Bawang putih atau *garlic* berasal dari Bahasa Inggris kuno “*gar*” yang berarti tombak atau ujung tombak, dan “*lic*” yang berarti umbu 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* adalah tumbuhan yang termasuk kedalam family Liliaceae dengan genus *Allium* dan memiliki lebih dari enam ratus (600) spesies (Santoso, 2000).

Bawang putih merupakan tanaman herbal perenial 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 didalam 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)

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 10 cm, akar yang tumbuh pada batang pokok bersifat rudimenter, berfungsi sebagai alat penghisap makanan. Helai 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 filament 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 -25 °C dengan curah hujan sekitar 1.200 – 2.400 mm pertahun, sedangkan suhu untuk dataran rendah berkisar antara 27 – 30 °C, 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. Tanah 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 (Santoso, 2000)

Bawang putih telah lama digunakan sebagai pemberi aroma dan memiliki manfaat untuk mencegah serta menyembuhkan berbagai penyakit (Amagase *et al*, 2001). Secara umum bawang putih memiliki kandungan 65% air, 28% karbohidrat (terutama fruktosa), 2,3% bahan organosulfur (terutama allinase dan ajoene), 2% protein 1,2% asam amino bebas (terutama arginin) (Lisiswanti dan Haryanto, 2017). Bawang putih juga telah digunakan di seluruh dunia sebagai sebuah obat tradisional selama 4000 tahun yang lalu untuk mengobati beberapa penyakit seperti (*common cold*, malaria dan *tuberculosis*). Seorang ahli mikrobiologi bernama Louis Pasteur yang telah melakukan penelitian dan memperkenalkan pada perang dunia II mengenai sifat bakterisida dari bawang putih yang akhirnya menyebut bawang putih sebagai “ Penisilin Rusia” karena bisa dijadikan sebagai pengganti antibiotik untuk mengobati para tentara rusia yang sedang berperang

(Sasaki *et al*,2007). Manfaat dari bawang putih yang bisa dijadikan obat alami, berasal dari berbagai komponen yang terkandung dalam bawang putih, seperti kandungan kimia yang kompleks dari bawang putih yang memiliki manfaat untuk mencegah serta menyembuhkan berbagai penyakit (Amagase *et al*, 2001).

2.1.1 Jenis Bawang Putih

Bawang putih yang ada dan beredar di pasar – pasar Indonesia sekarang ini umumnya merupakan jenis bawang putih impor, 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 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 lain yaitu memiliki aroma yang lebih kuat dibandingkan bawang putih jenis lain. Bawang putih jenis kating memiliki kerompol yang kecil namun siungnya besar, dan bagian dagingnya cenderung basah dan padat sedangkan kulit luarnya putih bersih seperti kapas (Singgih, 2001).

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 bawang putih kating aroma dari bawang putih honan tidak terlalu kuat, memiliki umbi yang besar namun siungnya kecil (Ardiansyah, 2011), namun memiliki tekstur yang hamper mirip. Keunggulan dari bawnag putih honan adalah memiliki harga yang lebih murah di bandingan bawang putih kating.

3. Bawang Putih Lokal

Bawang putih jenis local tidak cukup berkembang karena kondisi tanam tidak terlalu cocok, seperti contoh bawang lanang yang hanya tumbuh satu umbi yang utuh tanpa suing, 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 Proses Pengolahan Bawang Hitam (*Black Garlic*)

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 seperti jelly (Bae *et al.*, 2014).

Black garlic merupakan hasil pengolahan bawang putih yang dimasukkan kedalam tempat yang memiliki suhu (65-80°C) dan kelembaban (70-80%) yang selalu terkontrol selama 30-40 hari tanpa ada tambahan perlakuan dan zat lain. Pada proses pengolahan *black garlic* yang perlu diperhatikan adalah bahan awal dari *black garlic* itu sendiri yaitu bawang putihnya harus bersih dari kotoran dan bawang putih yang akan diolah tidak mengalami kerusakan dan kecacatan (busuk atau menjamur), karena apabila bawang putih yang akan diolah ada kerusakan atau cacat hasil akhir dari *black garlic* tersebut akan tidak baik dan sebaliknya. Bawang putih yang sudah bersih dari kotoran kulit luarnya dan tidak memiliki kerusakan atau kecacatan serta berada pada suhu dan kelembaban tersebut akan mengalami perubahan, yang awalnya berwarna putih menjadi coklat kehitaman dan akhirnya menjadi hitam setelah 30 – 40 hari kemudian. *Black garlic* ini memiliki rasa yang lembut dan aroma yang enak. (Sasaki *et al.*, 2007).

Secara umum *black garlic* dibuat dengan cara memanaskan umbi bawang putih secara keseluruhan selama 1 bulan pada temperature dan kelembaban yang tinggi (Garcia-Villalon *et al.*, 2016). Hasil studi yang telah dilakukan ekstrak dari *black garlic* memiliki 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 manfaat lain seperti antioksidan, anti alergi, anti diabetes, dan anti inflamasi (Kimura *et al.*, 2017). 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 Allisin, SAC (S-allylcysteine), 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 dalam *black garlic* sampai lima kali lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang terkandung dalam bawang putih segar (Kimura *et al.*, 2017)

2.3 Pengaruh Proses Pemanasan Terhadap Bahan Pangan

Pemanasan bahan pangan sangat berpengaruh terhadap perubahan fisik dari bahan pangan itu sendiri seperti warna, tekstur dan lain sebagainya. Ada dampak pemanasan yang mengakibatkan bahan pangan menjadi rusak dan ada juga yang tahan terhadap pemanasan yang diberikan terhadap bahan pangan atau bahkan bisa menambah masa simpan dari bahan pangan. Hal ini dikarenakan susunan komponen yang terdapat pada bahan pangan yang berbeda beda, ada yang komponen yang memang tahan terhadap pemanasan dan ada juga komponen yang tidak tahan terhadap pemanasan. Pada umumnya semakin tinggi panas yang diberikan terhadap bahan pangan maka semakin tinggi mikroba yang mati (Rahmawati, 2003)

2.3.1 Tekstur

Tekstur pada bahan hasil pertanian mempunyai sensasi bermacam – macam tergantung komoditi. Tekstur pada buah akan berbeda dengan tekstur biskuit, es krim atau margarin. Tekstur dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia. Tekstur makanan juga dapat didefinisikan sebagai susunan dan gabungan dari berbagai satuan dan struktur elemen dari suatu makanan. Pengukuran tekstur bertujuan untuk mengetahui elastisitas atau kekerasan suatu produk makanan,

selain itu dapat menetapkan perilaku mekanis dari makanan saat dikonsumsi (deMan, 1999).

Pengukuran tekstur bisa dilakukan secara sensoris maupun menggunakan instrumen. Salah satu alat yang digunakan untuk mengukur tekstur adalah *texture analyzer*. Prinsip kerja alat *texture analyzer* yaitu memberi tekanan pada sample dengan probe, selanjutnya *probe* bergerak turun secara perlahan sesuai dengan kecepatan yang telah ditentukan (*pretest*) sampai menyentuh permukaan sample atau ambang batas permukaan sample. Selanjutnya probe bergerak menekan sample pada meja objek dengan beban (*trigger*), jarak dan kedalaman yang telah ditetapkan. Hasil pengukuran beban terus direkam sebagai data hasil pengukuran sampai probe kembali pada posisi semula (Brookfield Engineering Laboratories, Tanpa Tahun).

2.3.2 Warna

Menurut Sanders (2002;239), warna merupakan atribut sensori yang penting, hal ini dikarenakan warna mempengaruhi mutu dan daya terima konsumen atas suatu produk. Warna dipengaruhi oleh kandungan pigmen alami bahan atau merupakan hasil degradasi zat warna alami.

Warna juga merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap minat orang dalam memilih makanan. Pengukuran warna bahan pangan dapat dilakukan menggunakan L, a, b. Parameter L, a, b diukur melalui colorimeter. Notasi L = 0 menunjukkan warna hitam dan L = 100 menunjukkan warna putih. L merupakan tingkat kecerahan yang terdiri atas 100 tingkatan antara putih dan hitam atau yang biasa disebut skala abu-abu. Sedangkan parameter a jika bernilai positif (+a) merupakan warna yang mendekati merah murni dan a jika bernilai -a merupakan warna yang mendekati hijau murni. Notasi -b menunjukkan warna biru dan +b menunjukkan warna kuning (Chen dan Arun, 2009;26).

Prinsip kerja color reader adalah sistem pemaparan warna dengan menggunakan CIE dengan tiga reseptor warna yaitu L, a, b Hunter. Lambang L menunjukkan tingkat kecerahan berdasarkan warna putih, lambang a menunjukkan kemerahan atau kehijauan, dan lambang b menunjukkan kekuningan atau kebiruan. Cara kerja alat ini adalah ditempelkan pada sample,

yang akan diuji intensitas warnanya, kemudian tombol pengujian ditekan sampai berbunyi atau lampu menyala dan akan munculkannya dalam bentuk angka dan kemudian diukur pada grafik untuk mengetahui warna (deMan, 1999).

2.4 Pembungkusan

Pembungkusan disebut juga pengemasan, pewadahan atau pengepakan. Pembungkusan memegang peranan penting untuk produk pangan. Adanya pembungkus dapat mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi bahan pangan yang ada di dalamnya, melindungi dari bahaya pencemaran dan gangguan fisik (gesekan, benturan, getaran) (Syarief dan Halid. 1993).

Pembungkusan dalam perkembangannya tidak hanya sebagai wadah produk saja, tetapi dapat juga memperpanjang masa simpan produk dengan menggunakan teknologi pembungkusan yang baik. Teknologi pembungkusan ini digunakan untuk memperlambat kemunduran mutu produk sehingga masa simpan produk menjadi lebih lama. Teknologi pembungkusan yang baik dapat melindungi dan mengawetkan produk, seperti melindungi dari sinar ultraviolet, panas, kelembaban udara, oksigen, benturan, kontaminasi dari kotoran dan mikroba yang dapat merusak dan menurunkan mutu produk (Syarief *et al.* 1989). Menurut (Arpah, 2001) salah satu fungsi pembungkusan adalah memperlambat proses deteriosasi, yaitu dengan mempertahankan stabilitas, kesegaran dan memperpanjang umur simpan.

2.4.1 Alumunium foil

Alumunium merupakan bahan kemasan yang juga banyak digunakan. Alumunium tidak memiliki ketahanan terhadap oksigen sehingga pada lapisan atas sering dilapisi dengan alumunium oksida, Al_2O_3 . Namun, ada berbagai macam gas, uap dan cairan agresif yang dapat merusak lapisan tersebut, misalnya air kontak dengan logam berat. Foil adalah bahan kemasan dari logam, berupa lembaran alumunium yang padat dan tipis dengan ketebalan kurang dari 0,15 mm. Foil menentukan sifat protektifnya. Foil dengan ketebalan rendah masih dapat dilalui oleh gas dan uap. Sifat – sifat alufo yang tipis dapat diperbaiki dengan

memberi lapisan plastic atau kertas menjadi foil-plastik, foil-kertas, atau kertas-foil-plastik (Robertson, 1993).

Alumunium foil didefinisikan sebagai alumunium primer, yaitu alumunium yang dihasilkan dari proses elektrolisis biji alumunium dari alam, dan aluminum sekunder yaitu alumunium yang dihasilkan dari proses peleburan kembali alumunium bekas atau sisa proses. Sifat – sifat yang dimiliki alumunium foil adalah memiliki densitas 2,7 g/cm paling baik untuk bahan penghalang dari udara, cahaya, lemak, dan uap air, memiliki sifat mekanis yang baik, memiliki sisikilap dan buram, rentan terlipat dan keriput, mudah dibentuk, konduktor yang baik, dapat diembos dan kaku, bebas dari bau, dan suhu tinggi (Interkemas Flexipack, 2003).

2.4.2 Tisu Dapur (Tisu Towel)

Tisu merupakan salah satu jenis kertas yang berasal dari pulp semi mekanis dan kimia. Kertas ini memiliki sifat lembut dan semitransparan (Rebry Atnam, 2007). Beragam jenis tisu dibuat oleh produsen yang disesuaikan dengan kebutuhan konsumennya yaitu tisu muka, tisu toilet, tisu makan, tisu dapur (towel tisu) dan multi purpose tisu. Tisu dapur merupakan tisu yang berdaya serap tinggi, lembut dan kuat. Gunanya untuk mengeringkan tangan sesudah mencuci tangan, membersihkan dapur dari tumpahan noda dan pengganti koran untuk meletakkan gorengan supaya dapat menyerap minyak (Bowyer *et al.*, 2003)

2.4.3 Kertas Minyak (Kertas Bungkus)

Kertas minyak merupakan jenis kertas yang termasuk dalam kertas kraft. Kertas ini memiliki kekuatan tarik tinggi yang dapat menahan dengan di bawah beban yang besar sehingga tidak mudah untuk rusak dan berlubang ketika digunakan untuk membungkus makanan. Warna kertas kraft adalah tergantung pada pengolahan, warna coklat dari kertas minyak di peroleh dengan proses Un-pemutihan. Bahan baku yang digunakan untuk membuat kertas minyak biasanya dibuat dari kayu lunak, dengan melakukan prosedur yang panjang pengolahan kayu lunak ini diubah menjadi kertas kraft berguna (Rebry Atnam, 2007).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian (EHP), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember pada bulan Juli - September 2018.

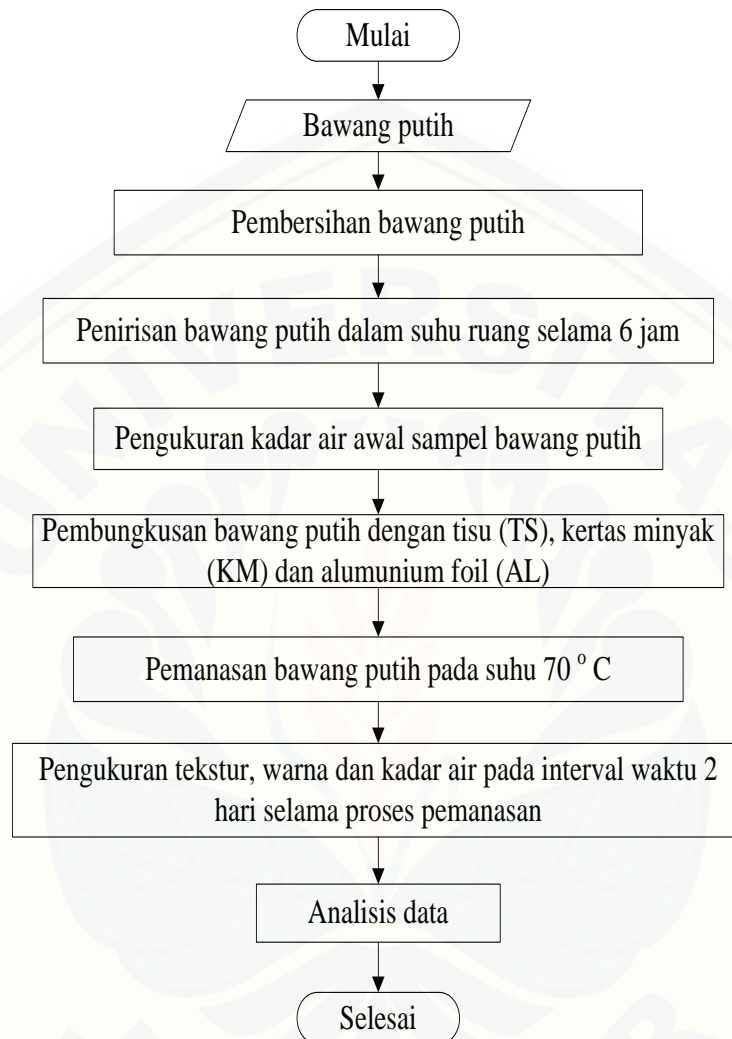
3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bawang putih impor jenis kating yang diperoleh dari Pasar Tanjung Jember. Bawang putih yang digunakan adalah bawang putih bebas dari kerusakan atau kecacatan (busuk dan berjamur).

Alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut : oven digunakan untuk memproduksi bawang hitam, texture analyzer CT3 150 untuk mengetahui tingkat kekerasan dari bahan, *color reader* CR-10 (merk *Konica Minolta Sensing*) untuk mengetahui nilai parameter warna yang meliputi nilai L, a, b (kecerahan, kemerahan, kekuningan) aluminium foil, kertas minyak, tisu dapur, label penanda.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur Penelitian ini mengacu pada diagram alir prosedur umum penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Penelitian ini dimulai dengan proses pengumpulan bahan sampai proses pemanasan. Sebelum dimasukkan ke dalam oven, bawang putih dikupas kulit luarnya dengan menggunakan tangan dan di cuci dengan air mengalir untuk membuang kotoran yang menempel kemudian ditiriskan sampai kering. Proses selanjutnya yaitu bawang putih dibungkus dengan tiga bahan pembungkus yang berbeda yaitu tisu dapur, kertas minyak dan aluminium foil. Setelah bawang putih dibungkus dengan tiga bahan yang berbeda maka bawang putih siap digunakan sebagai sampel penelitian.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.1 Pembersihan Bawang Putih

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah bawang putih yang memiliki ukuran seragam. Penyiapan sampel diawali dengan pembelian bawang putih di Pasar Tanjung Jember. Bawang putih tersebut selanjutnya dilakukan pengupasan pada kulit luarnya yang rusak dan kotor sampai menyisakan kulit luar yang masih bagus dan bersih. Pengupasan kulit luar dilakukan menggunakan tangan dan setelah bawang putih bersih dari kulit luar yang rusak dan kotor bawang putih dicuci menggunakan air mengalir untuk membuang kotoran yang mungkin masih menempel pada bawang putih tersebut kemudian ditiriskan.

3.3.2 Penirisan Bawang Putih Dalam Suhu Ruang Selama 6 Jam

Penirisan ini dilakukan dengan cara menggunakan kain yang diletakkan sebagai alas dan bawang putih yang sudah dicuci diletakkan diatas kain tersebut dan di diamkan pada suhu ruang kurang lebih selama 6 jam. Penirisan ini bertujuan untuk menghilangkan sisa air pada bahan.

3.3.3 Pengukuran Kadar Air Sampel Bawang Putih

a. Pengukuran kadar air awal bahan

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode AOAC. Prinsipnya adalah menguapkan molekul air (H_2O) yang ada dalam sampel. Sampel dikeringkan sampai didapat bobot konstan yang diasumsikan semua air yang terkandung sudah diuapkan. Selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan merupakan bobot air yang diuapkan. Prosedur analisis kadar air sebagai berikut: cawan yang akan digunakan dioven terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu $105^{\circ}C$, kemudian didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (A). Sampel ditimbang dalam cawan yang sudah dikeringkan (B) kemudian dioven pada suhu $105^{\circ}C$ selama 5 jam lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang (C). Selanjutnya cawan dan bahan dimasukan lagi kedalam oven dengan suhu $105^{\circ}C$ selama 1 jam lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang. Tahap ini diulangi hingga dicapai bobot yang konstan. Kadar air awal bahan dihitung dengan Persamaan 3.1:

$$\% \text{ kadar air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

- A : berat cawan kosong dalam gram
- B : berat cawan + sampel awal dalam gram
- C : berat cawan + sampel kering dalam gram

b. Pengukuran kadar air selama pemanasan

Pengukuran perubahan kadar air bawang putih selama proses pemanasan menggunakan oven dilakukan pada interval waktu pemanasan yang di tentukan. Prosedur yang dilakukan yaitu, timbang cawan yang akan digunakan (a) gram, kemudian ditimbang bawang putih + cawan (b) gram. Dimasukan bahan + cawan ke dalam oven dengan suhu 70°C. Dikeluarkan bahan + cawan dari oven dan dimasukkan dalam eksikator hingga suhu konstan. Ditimbang berat bahan + cawan (c) gram dan dihitung penurunan massa. Data perubahan kadar air bawang putih tersebut dapat dihitung dengan persamaan kadar air basis basah dan kadar air basis kering. Untuk mengetahui kadar air basis basah dengan Persamaan 3.2

$$m = \frac{Wt - Wd}{Wt} \times 100 \% = \frac{Wm}{Wt} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Sedangkan untuk kadar air basis kering dapat dihitung dengan Persamaan 3.3

$$M(\% \text{ bk}) = \frac{(Wm)}{(Wd)} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan :

- M = Kadar air basis basah (% bb)
- M = Kadar air basis kering (% bk)
- Wm = Berat air dalam bahan (gram)
- Wd = Berat padatan (gram)
- Wt = Berat total (gram)

3.3.4 Pembungkusan Bawang Putih dengan Tisu (TS), Kertas minyak (KM) dan Alumunium foil (AL)

Proses selanjutnya yaitu bawang putih dibungkus dengan tiga bahan yang berbeda yaitu tisu dapur, kertas minyak dan alumunium foil. Setelah bawang putih dibungkus dengan tiga pembungkus yang berbeda, bawang putih di letakkan pada loyang secara rapi, untuk mempermudah pengambilan ketika akan dilakukan pengukuran, dan setelah itu bawang akan dimasukkan kedalam oven untuk dilakukan pemanasan.

3.3.5 Pemanasan Bawang Putih Pada Suhu 70 °C

Bawang putih yang sudah dibungkus dengan tiga bahan yang berbeda nantinya akan dipanaskan menggunakan media pemanas oven pada suhu 70 °C. Proses pemanasan bawang putih ini berlangsung hingga menghasilkan bawang hitam yang baik. Menurut Sasaki *et al.* (2007) bawang hitam yang baik memiliki warna hitam, tekstur yang lembut atau *chewy* dan bau yang tidak menyengat (seperti bawang putih segar). Selama proses pemanasan bawang putih akan selalu di amati dan diukur nilai tekstur dan warnanya selama dua hari sekali, hal ini dilakukan untuk mengetahui perubahan dari tekstur dan warna dari bawang putih. Variabel penelitian untuk kinetika perubahan tekstur dan warna bawang putih selama produksi *black garlic* bisa dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Rancangan Percobaan

Variabel Percobaan	Perlakuan	Kode	Variabel Pengukuran
Pembungkusan	Tisu dapur	TS	1. Kekuatan fisik (Tekstur) - <i>Peak load</i>
	Kertas minyak	KM	2. Warna - Parameter nilai L (kecerahan) - Parameter nilai a (kemerahan) - Parameter nilai b (kekuningan)
	Alumunium foil	AL	

3.3.6 Pengukuran Tekstur dan Warna Pada Interval Waktu 2 Hari Sekali Selama Proses Pemanasan

a. Pengukur Tekstur Bawang Putih Selama Proses pemanasan

Pengukuran tekstur bahan pangan dapat dilakukan menggunakan alat *texture analyzer* CT3 1500 dilakukan secara bergiliran berdasarkan waktu pemanasan dengan interval waktu 2 hari sekali. Hal yang perlu di perhatikan sebelum melakukan pengukuran pada sampel adalah memilih probe yang sesuai dengan sampel selanjutnya mengatur jarak dan kedalaman dari *texture analyzer* CT3 1500 terhadap sample yang akan di ukur. Pada penelitian ini probe yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 3 mm dengan kode probe TA 39, untuk meja objek sebagai tempat sampel yang diukur menggunakan meja objek dengan kode TA-AVJ yang berfungsi untuk mengapit sampel bawang putih yang diukur. Selanjutnya menempatkan sampel bawang putih pada meja objek yang sejajar dengan probe. Kemudian menghidupkan *texture analyzer* CT3 1500 dan diatur seperti langkah berikut.

1. Mengatur *trigger* yaitu besarnya gaya yang digunakan probe untuk menyentuh sampel, pada penelitian ini sebesar 20 g
2. Mengatur *deformation* yaitu kedalaman probe untuk menekan sampel bawang putih, pada penelitian ini sebesar 2 mm.
3. Mengatur *speed* yaitu kecepatan probe menyentuh sampel (semakin cepat maka semakin rendah tingkat akurasinya), pada penelitian ini sebesar 3.9 mm/s
4. Menekan tombol start pada *texture analyzer* CT3 1500
5. Mencatat hasil pengukuran yang ada pada layar *texture analyzer* CT3 1500 yaitu nilai *peak load*, *deformation*, *work* dan *total load*.

Pengukuran tekstur bawang putih dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Nilai yang digunakan dari hasil pengukuran tekstur yaitu nilai *peak load*. *Peak load* merupakan gaya maksimum yang tercatat saat probe menekan sampel atau juga disebut tingkat kekerasan sampel (*hardness*).

b. Pengukuran Perubahan Warna Bawang putih

Pengukuran perubahan warna bawang putih selama proses pemanasan menggunakan oven diukur dengan *color reader*. Prosedur yang dilakukan yaitu *color reader* ditembakkan pada kertas putih, setelah itu ditembakkan pada bawang putih yang telah dipanaskan dalam interval tertentu pada titik berbeda dan diketahui ΔL , Δa , dan Δb . Nilai L , a , dan b diperoleh dengan perhitungan menggunakan Persamaan berikut.

$$\Delta L = L - L_t \dots \dots \dots (3.4)$$

$$\Delta a = a - a_t \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\Delta b = b - b_t \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan:

L = parameter warna antar putih (+100) sampai dengan hitam (-100)

a = parameter warna antar merah (+100) sampai dengan hijau (-100)

b = parameter warna antar kuning (+100) sampai dengan biru (-100)

3.3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dijelaskan secara deskriptif yang ditampilkan menggunakan grafik dan tabel

a. Pemodelan

Pemodelan yang akan digunakan untuk memprediksi nilai parameter perubahan tekstur dan warna pada bawang putih menggunakan analisis regresi non linier. Analisis regresi merupakan salah satu uji statistika yang memiliki dua jenis pilihan model yaitu linear dan non linear dalam parameternya. Model linear memiliki dua sifat yaitu regresi sederhana dan regresi berganda dengan kurva yang dihasilkan membentuk garis lurus, sedangkan untuk model non linier dalam parameternya bersifat kuadratik dan kubik dengan kurva yang dihasilkan membentuk garis lengkung. Regresi non linier adalah suatu metode untuk mendapatkan model non linier yang menyatakan variabel dependen dan independen. Apabila hubungan fungsi antara variabel bebas X dan variabel tidak bebas Y bersifat non linier, transformasi bentuk non linier ke bentuk linier. Untuk mendapatkan linieritas dari hubungan non linier, dapat dilakukan transformasi pada variabel dependen atau variabel independen atau keduanya. Bentuk

persamaan matematis model kuadratik secara umum menurut (Yanti *et al*, Tanpa Tahun) adalah :

$$Y = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2^2 + \alpha_3 x_3^3 + \alpha_n x_n^n + b \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan : a = koefisien regresi
 b = konstanta
 Y = variable terikat (dependent variable)
 x = variable bebas (independent variable)

b. Uji Validitas

Data yang di peroleh dari hasil pengamatan akan di analisa menggunakan uji validitas. Uji validitas ini dilakukan untuk menguji suatu model persamaan dengan menggunakan criteria *coefficient of determination* (R^2), *Root mean square error* (RSME) dan *meant relative percent error* (P). Menurut Wahyono (2010:16), nilai R^2 merupakan nilai hubungan antara 2 variabel yaitu variabel X dan Y, jadi seberapa besar variable X berpengaruh terhadap variabel Y. Jika nilai R^2 mendekati nilai 1 maka model yang digunakan semakin baik. RSME menunjukkan deviasi antara data pengukuran dan hasil hitung. Jika nilai RSME mendekati 0 maka tingkat kesalah model semakin kecil. Nilai P merupakan besarnya prosentase kesalahan (*error*) nilai hasil perhitungan model yang digunakan dengan nilai hasil observasi.

Coefficient of Determination (R^2), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Mean Relative Percent Error* (P) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (M Rest_i - M Obs_i)^2}{\sum_{i=1}^N (M Obs_i - M Obs)^2} \dots \dots \dots (3.8)$$

$$RMSE = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (M Rest_i - M Obs_i)^2 \right]^{1/2} \dots \dots \dots (3.9)$$

$$P = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|M Rest_i - M Obs_i|}{M Obs_i} \dots \dots \dots (3.10)$$

Keterangan:

R^2 = Nilai kesesuaian kurva dibentuk oleh data pengukuran

RMSE = Nilai deviasi hasil hitung terhadap data pengukuran

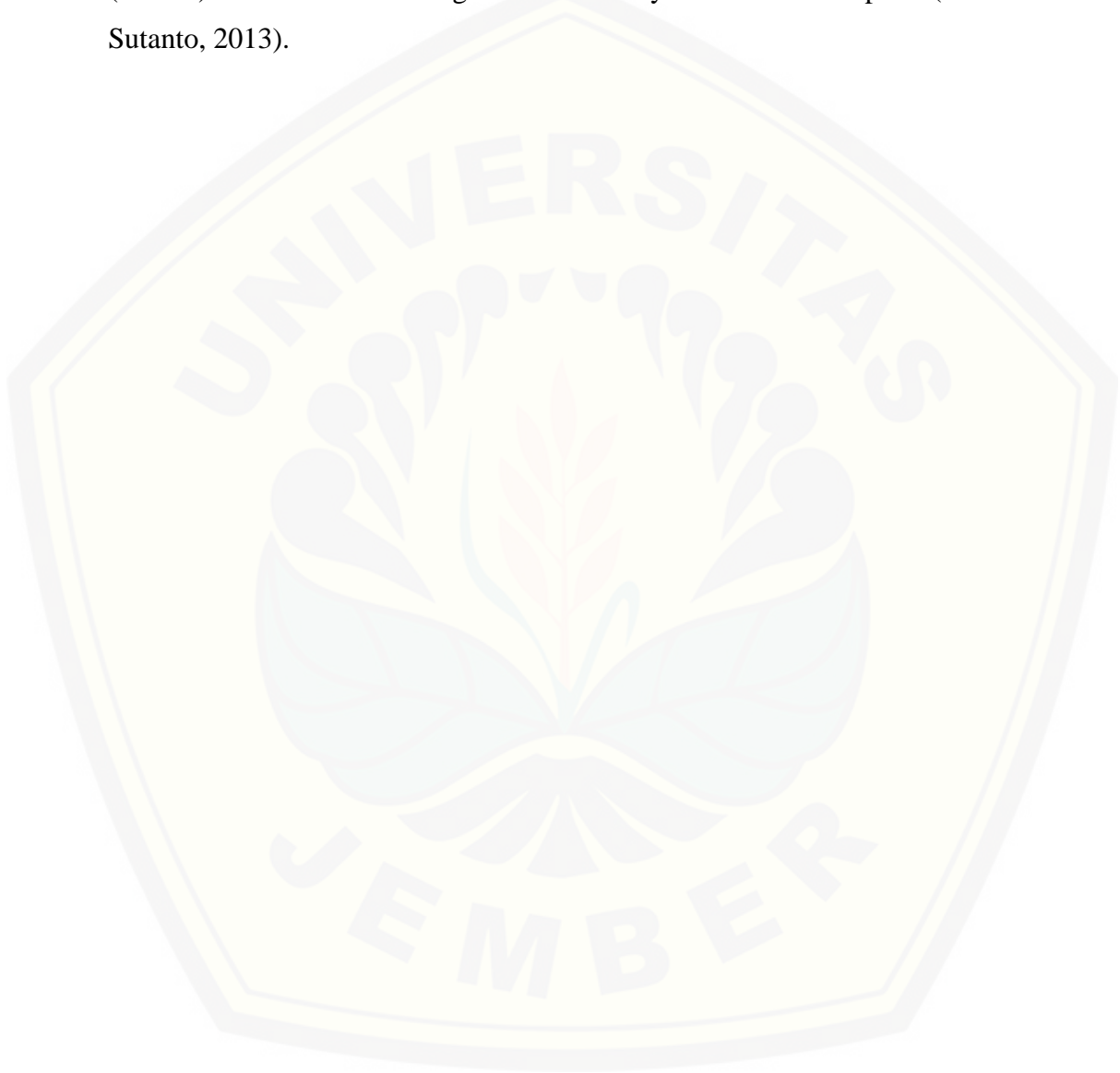
P^2 = Besarnya prosentase kesalahan nilai perhitungan model pemanasan dengan nilai data pengukuran.

$MR_{est,i}$, $MR_{obs,i}$ = Nilai MR hasil estimasi dan observasi pada saat ke- i

N = Jumlah titik pengamatan

I = subscript = 1, 2, ..., N

Persamaan yang memiliki nilai R^2 tinggi dan *Root Mean Square Error* (RMSE) terkecil berarti tingkat kesalahannya semakin kecil pula (Taruna dan Sutanto, 2013).



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Selama proses pemanasan tekstur dan warna mengalami perubahan tekstur bawang putih mengalami penurunan dari sebesar 102,13 N-190.93 N menjadi 31.17 N-63.8 N. Warna bawang putih selama proses pemanasan mengalami perubahan pada parameter L, a dan b. Pada parameter L menurun dari 54,93 – 59,40 menjadi 36,5 – 42,03, pada parameter a mengalami kenaikan pada pembungkus tisu dan kertas minyak, sebesar 2,5 dan 3,83 menjadi 4,73 dan 5,93, mengalami penurunan dari 5,50 menjadi 0,60 pada alumunium foil, dan parameter warna nilai b menurun dari 25,20 – 21,70 turun menjadi 6,5 – 5,4.
2. Perbedaan perlakuan pembungkusan tisu, kertas minyak, dan alumunium foil bawang putih selama produksi *black garlic* berpengaruh terhadap lama waktu pemanasan dan hasil produk akhirnya. Pada pembungkus tisu berlangsung 8 hari, pada pembungkus kertas minyak pemanasan berlangsung 6 hari dan pada pembungkus alumunium foil pemanasan berlangsung 12 hari. Dari ketiga pembungkus tersebut, produk *black garlic* yang berhasil dibuat adalah dengan pembungkus alumunium foil.
3. Model empiris kinetika tekstur dan warna selama proses pemanasan diperoleh dari analisis regresi non linier berganda metode stepwise. Dari beberapa model yang dihasilkan dengan uji validitas, model tekstur yang memiliki keakuratan yang tinggi terdapat pada pembungkus tisu dan model warna yang memiliki keakuratan yang tinggi terdapat pada pembungkus kertas minyak.

5.2 Saran

Pada penelitian yang telah dilakukan, jangka waktu pengambilan data yang dilakukan selama 2 hari sekali masih kurang. Oleh karena itu, perlu waktu yang lebih sering dalam pengambilan data, agar mendapatkan informasi data yang lebih detail. Pemodelan perlu dilakukan dengan metode yang berbeda sehingga diperoleh model persamaan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Algifari (2009) *Analisis Regresi Teori, Kasus, dan Solusi*. Yogyakarta: BPFE.
- Amagase, H., BL, Petesch., H, Matsuura., S, Kasuga., and Y, Itakura. 2001 'Intake of garlic and its bioactive components', *The Journal of Nutrition*, 131(3), pp. 955–962. doi: 10.1093/jn/131.3.955S.
- Ardiansyah. 2011. Analisis Komponen Volatil Pembentuk Flavor dalam Bawang Putih untuk Aplikasi Kacang Salut. *Skripsi Bogor* : Inatitut Pertanian Bogor.
- Arpah, 2001. *Buku dan Monograf Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Arsa, M. 2016. *Proses Pencoklatan (Browning Proses) pada Bahan Pangan*. Denpasar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana
- Atnam, Rebry. 2007. *Jenis dan Kualitas Serat Berdasarkan Komposisi Serat*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bae S.E, Cho Y.C, Won Y.D, Lee S.H, Park H,J 2014. Changes in S-allylcystein 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
- Browyer, J. L., Haygreen, J. E. 1999. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Gajah Mada University Press. Alih Bahasa : Hadikusumo S. A: 595-599.
- Brooker, D.B., F.W., Barker-Arkema, and C. W., Hall. 1992. *Drying and Storage of Grain and Oilseeds*. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut
- Brookfield Engineering Laboratories, INC. Brookfield Dial Reading Texture analyzer. (www.brookfieldengineering.com) diunduh pada 16 Januari 2018.
- Chen, X. D. and S. M., Arun. 2009 *Drying Tecnologies in Food Processing*. Blackwell Publishing.
- deMan, J. M. 1999 *Principles of Food Chemistry Third Edition*. MaryLand: Aspen Publishers, Inc.

- 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 (20016) 189 - 200.
- Interkemas Flexipac. 2003. Bahan Kepustakaan, Tidak Dipublikasikan.
- 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, Kang), Gweon C. 2013. Changes in the Content of Fat- and Watersoluble Vitamins in Black Garlic at the Different Thermal Processing Steps. *Food Sci. Biotechnol.* 22(1): 283-287 (2013)
- Lisiswanti, R. dan F. P., Haryanto. 2017. *Allicin Pada Bawang Putih (Allium sativum) Sebagai Terapi Alternatif Diabetes Melitus Tipe 2*. Lampung: Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
- Lu Xiaoming, Ningyang Li, Xuaguang Qiao, Zhichang Qiu, Pengli Liu. 2016. Composition analysis and antioksidant properties of balck garlic extract. *Journal of food and drug analysis* XXX (2016) 1-10
- Muchtadi, T.R dan Sugiyono. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Robertson, Gordon L. 1993. *Food packaging Principles and Practice*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Rachmawati, F. 2003 *Pengawetan Makanan dan Permasalahannya*, pp. 51–70. Availableat:<http://staffnew.uny.ac.id/upload/132296048/pendidikan/Pengawetan+Makanan+Pengawetan+Makanan+dan+Permasalahannya.pdf>.
- Romadani, D. A dan Sumarni. 2017. Penentuan Karakteristik Pengeringan Bawang Putih (*Allium sativum*). Yogyakarta: Jurusan Teknik Kimia Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- Sanders, T. H. (2002) *Groundnut (Peanut) oil dalam Vegetable Oils in Food Technology*. Edited by E. F. D. Gunstone.
- Santoso, H.B. 2000. *Bawang Putih. Edisi ke-12*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Sasaki, J. I., C, Lu., E, Machiya., M, Tanahashi., and K, Hamada. 2007 ‘Processed Black Garlic (*Allium sativum*) Extracts Enhance Anti-Tumor Potency against Mouse Tumors’, *Medicinal and Aromatic journal of Plant Science and Biotechnology*, 1(2), pp. 278–281.
- Singgih Wibowo. 2001. *Budidaya Bawang Putih, Merah dan Bombay*. Jakarta :

Penebar Swadaya ISBN 979-8031-77-6.

Syarief R, Sasya S, Isyana B. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan*. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Bogor. Institut Pertanian Bogor.

Syarief, A. M. dan H. Halid. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Arean, Jakarta.

Taib, G., Said, S., Wiraatmaja. 1988. *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Taruna, I dan E. H. Sutanto 2013 *Kinetika Pengeringan Lapisan Tipis Umbi Iles – Iles Menggunakan Metode Pengeringan Konveksi*. Jember: Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Tim Penulis Penebar Swadaya. 2001. *Bawang Putih Dataran Rendah*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.

Wahyono T. 2010. *Analisis Regresi dengan Microsoft Excel 2007 dan SPSS 17*. Jakarta (ID): PT Elex Media Komputindo.

Yanti, I, A., Islamiyati, dan Raupong. Tanpa Tahun. *Pengujian Kesamaan Beberapa Model Regresi Non Linier Geometri*. Universitas Hasanuddin.

Zhang, X. 1999. *WHO Monographs on Selected Medicinal Plants: Bulbus Allii Sativii*. Geneva: World Health Organization.

Zhang, X., N, Li., X, Lu., P, Liu., and X, Qiao. 2014. *Effects of temperature on the quality of black garlic*. *J Sci Food Agric* 2016; 96: 2366-2372

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. DATA HASIL PERHITUNGAN PERUBAHAN KADAR AIR(KA)

A1. Nilai KA Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Tisu

Hari	Cawan	Cawan +bahan	Akhir	Kadar Air	Rata - rata
2	6.490	8.524	7.214	64.405	63.245
	6.431	8.668	7.255	63.165	
	6.374	8.462	7.164	62.165	
4	6.491	8.507	7.438	53.026	51.180
	6.428	8.528	7.447	51.476	
	6.374	8.556	7.486	49.038	
6	6.491	8.564	7.603	46.358	46.116
	6.428	8.487	7.395	53.035	
	6.372	8.495	7.668	38.954	
8	6.492	8.547	7.662	43.066	41.514
	6.427	8.460	7.615	41.564	
	6.373	8.430	7.609	39.912	
10	6.492	8.265	7.710	31.303	25.569
	6.430	8.132	7.694	25.734	
	6.375	8.124	7.780	19.668	
12	6.490	8.189	7.892	17.481	11.207
	6.427	8.190	7.987	11.514	
	6.370	8.056	7.978	4.626	
14	6.491	8.084	7.917	10.483	9.347
	6.430	8.287	8.124	8.778	
	6.372	8.183	8.024	8.780	
16	6.491	8.001	7.874	8.411	7.844
	6.430	8.144	8.008	7.935	
	6.372	8.348	8.206	7.186	
18	6.493	8.851	8.650	8.524	7.817
	6.430	8.316	8.190	6.681	

6.375 8.194 8.044 8.246

A2. Nilai KA Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Kertas Minyak.

Hari	Cawan	Cawan + bahan	Akhir	Kadar Air	Rata - rata
2	3.526	5.605	4.436	56.229	57.196
	3.491	5.519	4.314	59.418	
	3.245	5.358	4.176	55.939	
4	3.525	5.576	4.582	48.464	48.780
	3.490	5.490	4.486	50.200	
	3.245	5.311	4.326	47.677	
6	3.525	5.528	4.653	43.684	42.226
	3.490	5.475	4.579	45.139	
	3.244	5.249	4.490	37.855	
8	3.525	5.498	5.032	23.619	22.465
	3.491	5.433	5.038	20.340	
	3.243	5.227	4.762	23.438	
10	3.526	5.487	5.341	7.445	11.558
	3.491	5.276	5.042	13.109	
	3.243	5.056	4.800	14.120	
12	3.523	5.307	5.148	8.913	8.985
	3.488	5.006	4.870	8.959	
	3.240	5.783	5.552	9.084	
14	3.525	5.036	4.897	9.199	9.805
	3.491	5.106	4.953	9.474	
	3.245	5.330	5.106	10.743	
16	3.528	5.188	5.056	7.952	8.057
	3.493	5.664	5.477	8.614	
	3.243	5.662	5.478	7.606	
18	3.526	5.266	5.140	7.241	7.386
	3.491	5.279	5.139	7.830	
	3.243	5.360	5.210	7.085	

A3. Nilai KA Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Alumunium foil

Hari	Cawan	Cawan +bahan	Akhir	Kadar Air	Rata - rata
2	6.533	8.68	7.287	64.881	63.796
	6.346	8.482	7.154	62.172	
	6.33	8.646	7.156	64.335	
4	6.532	8.682	7.445	57.535	57.144
	6.349	8.602	7.312	57.257	
	6.333	8.66	7.342	56.639	
6	6.533	8.684	7.532	53.556	52.835
	6.346	8.690	7.442	53.242	
	6.330	8.587	7.420	51.706	
8	6.534	8.657	7.632	48.281	47.658
	6.349	8.490	7.478	47.268	
	6.333	8.587	7.518	47.427	
10	6.534	8.486	7.596	45.594	44.934
	6.347	8.394	7.482	44.553	
	6.334	8.383	7.468	44.656	
12	6.532	8.567	7.676	43.784	43.784
	6.348	8.486	7.580	42.376	
	6.334	8.456	7.497	45.193	
14	6.532	8.242	7.579	38.772	36.074
	6.347	8.148	7.469	37.701	
	6.338	8.146	7.572	31.748	
16	6.533	8.224	7.689	31.638	31.602
	6.349	8.132	7.540	33.202	
	6.340	8.122	7.588	29.966	
18	6.534	8.187	7.860	19.782	18.604
	6.349	8.118	7.776	19.333	
	6.339	8.046	7.761	16.696	

LAMPIRAN B. DATA HASIL PERHITUNGAN PERUBAHAN TEKSTUR BAWANG PUTIH

B1. Nilai Tekstur Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Tisu

Waktu (Hari)	Ulangan			Rata – rata
	1	2	3	
2	190,6	192,6	181	188,07
4	59	67,8	53,6	60,13
6	62,4	62	60,2	61,53
8	52	71,6	67,8	63,80

B2. Nilai Tekstur Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Kertas Minyak

Waktu (Hari)	Ulangan			Rata – rata
	1	2	3	
2	106,8	100,2	99,4	102,13
4	38,4	26,2	20,8	28,47
6	30,7	31,4	31,4	31,17

B3. Nilai Tekstur Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Alluminium foil

Waktu (Hari)	Ulangan			Rata – rata
	1	2	3	
2	197,6	193,4	181,8	190,9
4	57,8	71,6	67,8	65,7
6	31,0	26,4	29,6	29,0
8	33,2	32,6	32,4	32,7
10	35,2	34,4	34,6	34,7
12	36,6	35,8	36,8	36,4
14	41,4	38,8	39,6	39,9
16	56,0	54,6	52,0	54,2

LAMPIRAN C. DATA HASIL PERHITUNGAN PERUBAHAN PARAMETER WARNA L,a, dan b BAWANG PUTIH

C1. Nilai Parameter Warna L,a, dan b Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Tissue

Hari	Target			Bahan			L=	Rata2	a =	Rata2	b =	Rata2
	L	A	B	ΔL	Δa	Δb	L + ΔL		a + Δa		b + Δb	
Tissue	0	84,5	2,1	-10	-1,6	29,4	74,5	74,57	0,5	0,47	27,3	27,10
				-9,4	-1,5	29,3	75,1		0,6		27,2	
				-10,4	-1,8	28,9	74,1		0,3		26,8	
	2	84,6	1,9	-26,3	0,1	26,7	58,3	58,27	2	2,50	25,4	25,03
				-26,5	0,8	26,3	58,1		2,7		25	
				-26,2	0,9	26	58,4		2,8		24,7	
	4	84,3	1,8	-33,8	3,6	18,8	50,5	50,73	5,4	5,07	17,9	17,63
				-33,3	3,2	17,4	51		5		16,5	
				-33,6	3	19,4	50,7		4,8		18,5	
	6	84,5	1,9	-38,6	3,2	13,8	45,9	45,73	5,1	4,93	12,5	13,13
-39,5				2,8	13,4	45	4,7		12,1			
-38,2				3,1	16,1	46,3	5		14,8			
8	84,5	1,9	-44,3	3	8,1	40,2	39,00	4,9	4,73	6,6	6,50	
			-46	2,7	7,6	38,5		4,6		6,1		
			-46,2	2,8	8,3	38,3		4,7		6,8		
10	84,5	2,1	-43,4	2,7	9,2	41,1	41,23	4,8	6,23	7,8	8,83	
			-43,8	4,3	10,5	40,7		6,4		9,1		

				-42,6	5,4	11	41,9		7,5	9,6		
				-44,9	2,1	9,4	39,6		4,1	8		
12	84,5	2	-1,4	-44,7	2,8	9,6	39,8	39,83	4,8	4,53	8,2	8,10
				-44,4	2,7	9,5	40,1		4,7	8,1		
				-45,7	2	8,5	38,8		4,1	7,5		
14	84,5	2,1	-1	-44,9	1,9	7,6	39,6	38,97	4	4,00	6,6	6,90
				-46	1,8	7,6	38,5		3,9	6,6		
				-44,6	1,9	9,2	40		4,2	7,2		
16	84,6	2,3	-2	-44,6	4,3	11,1	40	39,87	6,6	4,70	9,1	7,70
				-45	1	8,8	39,6		3,3	6,8		
				-44,4	2,1	7,5	39,5		4	6,5		
18	83,9	1,9	-1	-44,2	2,5	8,7	39,7	39,57	4,4	4,40	7,7	6,70
				-44,4	2,9	6,9	39,5		4,8	5,9		

C2. Nilai Parameter Warna L,a, dan b Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Kertas Minyak

Hari	Target			Bahan			L =	Rata2	a =	Rata2	b =	Rata2
	L	A	b	ΔL	Δa	Δb	L + ΔL		a + Δa		b + Δb	
0	84,5	2,1	-2,1	-10	-1,7	29,4	74,7	74,77	0,4	0,30	27,3	27,03
				-9,4	-1,9	29,3	75,3		0,2		27,2	
				-10,4	-1,8	28,7	74,3		0,3		26,6	
2	84,6	1,9	-1,3	-29,6	1,2	22,4	55	54,93	3,1	3,83	21,1	21,70
				-29,1	2,2	22,6	55,5		4,1		21,3	
				-30,3	2,4	24	54,3		4,3		22,7	
4	84,3	1,9	-0,9	-40,4	3,2	13,8	43,9	44,53	5,1	4,93	12,9	12,97
				-40,1	3,1	13,7	44,2		5		12,8	
				-38,8	2,8	14,1	45,5		4,7		13,2	
6	84,5	1,9	-1,3	-42,3	3,8	11,3	42,2	42,03	5,7	5,93	10	10,30
				-41,6	4,1	11,4	42,9		6		10,1	
				-43,5	4,2	12,1	41		6,1		10,8	
8	84,5	2	-1,5	-45	1,7	9,2	39,5	39,73	3,7	4,03	7,7	7,47
				-44,5	2,5	9	40		4,5		7,5	
				-44,8	1,9	8,7	39,7		3,9		7,2	
10	84,5	2,1	-1,4	-45,8	1,8	8,8	38,7	39,10	3,9	4,33	7,4	6,77
				-45,3	2	8,3	39,2		4,1		6,9	
				-45,1	2,9	7,4	39,4		5		6	
12	84,5	2	-1,4	-43,4	4,7	10,9	41,1	41,17	6,7	6,53	9,5	9,60
				-43,3	4,6	11,5	41,2		6,6		10,1	
				-43,3	4,3	10,6	41,2		6,3		9,2	

				-43,2	2,2	8,4	41,3		4,3		7,4	
14	84,5	2,1	-1	-43,8	3,4	9,5	40,7	40,87	5,5	4,73	8,5	7,77
				-43,9	2,3	8,4	40,6		4,4		7,4	
				-43,4	2,9	11	41,2		5,2		9	
16	84,6	2,3	-2	-44,1	3,1	11,2	40,5	40,77	5,4	5,53	9,2	9,10
				-44	3,7	11,1	40,6		6		9,1	
				-44,7	3,1	9	39,2		5		8	
18	83,9	1,9	-1	-43,8	3,1	9,3	40,1	39,97	5	5,57	8,3	6,70
				-43,3	4,8	4,8	40,6		6,7		3,8	

C3. Nilai Parameter Warna L,a, dan b Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Alumunium foil

Hari	Target			Bahan			L =	Rata2	a =	Rata2	b =	Rata2
	L	a	B	ΔL	Δa	Δb	L + ΔL		a + Δa		b + Δb	
0	84,5	2,1	-2,1	-10	-0,7	29,4	74,5	74,67	1,1	0,87	28,2	27,27
				-9,4	-0,5	29,3	75,2		1,3		28,1	
				-10,4	-1,6	26,7	74,2		0,2		25,5	
2	84,6	1,9	-1,3	-25,0	3,7	26,5	59,6	59,40	5,6	5,50	25,2	25,20
				-25,4	3,6	26,9	59,2		5,5		25,6	
				-25,2	3,5	26,1	59,4		5,4		24,8	
4	84,3	1,8	-0,9	-31,6	4,6	19,5	52,7	52,53	6,4	6,23	18,6	18,87
				-31,8	4,4	20,1	52,5		6,2		19,2	
				-31,9	4,3	19,7	52,4		6,1		18,8	
6	84,5	1,9	-1,3	-36,8	4	15,3	47,7	47,97	5,9	5,93	14	14,00
				-36,5	3,9	15,2	48		5,8		13,9	
				-36,3	4,2	15,4	48,2		6,1		14,1	
8	84,5	2	-1,5	-40,6	2	11,2	43,9	43,73	4	4,10	9,7	9,67
				-40,8	2,2	11	43,7		4,2		9,5	
				-40,9	2,1	11,3	43,6		4,1		9,8	
10	84,5	2,1	-1,4	-45,7	-0,3	8,2	38,8	38,57	1,8	1,90	6,8	7,10
				-45,9	-0,1	8,7	38,6		2		7,3	
				-46,2	-0,2	8,6	38,3		1,9		7,2	
12	84,5	2,1	-1,4	-47,2	-1,4	6,9	37,3	37,13	0,7	0,60	5,5	5,40
				-47,4	-1,5	6,8	37,1		0,6		5,4	
				-47,5	-1,6	6,7	37		0,5		5,3	

				-47,1	-2,6	6,8	37,4		-0,5		5,8	
14	84,5	2,1	-1	-47,5	-2,5	6,1	37	37,10	-0,4	-0,37	5,1	5,33
				-47,6	-2,3	6,1	36,9		-0,2		5,1	
				-47,6	-2,8	6,9	37		-0,5		4,9	
16	84,6	2,3	-2	-47,8	-2,7	6,8	36,8	36,83	-0,4	-0,43	4,8	4,97
				-47,9	-2,7	7,2	36,7		-0,4		5,2	
				-47,6	-2,2	5,6	36,3		-0,3		4,6	
18	83,9	1,9	-1	-47,8	-2,6	6,2	36,1	36,40	-0,7	-0,50	5,2	4,97
				-47,1	-2,4	6,1	36,8		-0,5		5,1	

LAMPIRAN D. DATA PERSAMAAN REGRESI NON LINIER**D.1 Data Persamaan Regresi Non Linier Bawang Putih Selama Proses Pemanasan DenganPembungkus Tisu**

Hari	H_{obs}				t	t ²	t ³	t ⁴	1/t	1/t ²	1/t ³	1/t ⁴
	TxTissu	Ltissu	aTissu	bTissu								
2	188,07	58,27	2,50	25,03	2	4	8	16,00	0,5	0,25	0,125	0,0625
4	61,53	50,73	5,07	17,63	4	16	64	256,00	0,25	0,0625	0,01563	0,00391
6	60,13	45,73	4,93	13,13	6	36	216	1296,00	0,16667	0,0278	0,00463	0,00077
8	63,8	39	4,73	6,50	8	64	512	4096,00	0,125	0,0156	0,00195	0,00024

D.2 Data Persamaan Regresi Linier Bawang Putih Selama Proses Pemanasan DenganPembungkus Kertas Minyak

Hari	H_{obs}				t	t ²	t ³	t ⁴	1/t	1/t ²	1/t ³	1/t ⁴
	TxKm	L Km	a Km	b Km								
2	102,13	54,93	3,83	21,70	2	4	8	16,00	0,5	0,25	0,125	0,0625
4	28,47	44,53	4,90	12,97	4	16	64	256,00	0,25	0,0625	0,01563	0,00391
6	31,23	42,03	5,93	10,30	6	36	216	1296,00	0,16667	0,02778	0,00463	0,00077

D.3 Data Persamaan Regresi Linier Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Alumuniumfoil

Hari	H _{obs}				t	t ²	t ³	t ⁴	1/t	1/t ²	1/t ³	1/t ⁴
	Tx AL	L AL	a AL	b AL								
2	190,93	59,40	5,50	25,20	2	4	8	16	0,5	0,25	0,125	0,0625
4	65,73	52,53	6,23	18,87	4	16	64	256	0,25	0,0625	0,01563	0,00391
6	29,00	47,97	5,93	14,00	6	36	216	1296	0,16667	0,02778	0,00463	0,00077
8	32,73	43,73	4,10	9,67	8	64	512	4096	0,125	0,01563	0,00195	0,00024
10	34,73	38,57	1,90	7,10	10	100	1000	10000	0,1	0,01	0,001	0,0001
12	36,40	37,13	0,60	5,40	12	144	1728	20736	0,08333	0,00694	0,00058	4,8E-05

E. LAMPIRAN DATA (H, L, a, dan b) OBSERVASI DAN ESTIMASI**E.1 Perlakuan Pembungkusan dengan Tisu**

Hari	H_{obs}				H_{est}			
	H	L	a	b	H	L	a	b
	T_s	T_s	T_s	T_s	T_s	T_s	T_s	T_s
2	188,07	58,27	2,50	25,03	184,56	57,9	2,5	24,6
4	61,53	50,73	5,07	17,63	78,39	51,6	5,1	18,6
6	60,13	45,73	4,93	13,13	58,73	45,3	4,9	12,6
8	63,8	39	4,73	6,50	51,85	39,0	4,6	6,6

E.2 Perlakuan Pembungkusan dengan Kertas Minyak

Hari	H_{obs}				H_{est}			
	H	L	a	b	H	L	a	b
	Km	Km	Km	Km	Km	Km	Km	Km
2	102,13	54,93	3,83	21,70	102,01	54,9	3,8	21,7
4	28,47	44,53	4,93	12,97	28,45	44,5	4,9	12,9
6	31,17	42,03	5,93	10,30	31,17	42,0	5,9	10,2

E.3 Perlakuan Pembungkusan dengan Aluminiumfoil

Hari	H_{obs}				H_{est}			
	H	L	a	b	H	L	a	b
	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL
2	190,93	59,4	5,50	25,2	190,0	59,3	6,4	25,2
4	65,73	52,53	6,23	18,9	65,2	53,0	5,9	18,9
6	29,00	47,97	5,93	14,0	42,05	47,6	5,1	13,8
8	32,73	43,73	4,10	9,7	34,0	43,1	3,9	9,8
10	34,73	38,57	1,90	7,1	30,2	39,5	2,4	7,0
12	36,40	37,13	0,60	5,4	28,2	36,7	0,5	5,3

LAMPIRAN F. UJI VALIDITAS MODEL**F.1 Uji Validitas Model Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Tisu****1.2 Tekstur**

Hari	Hobs TxTs	Hest TxTs	(Hest-Hobs)^2 TxTs	(Hobs-rerataHobs)^2 TxTs	 Hest-Hobs /Hobs TxTs	N	5
2	188,07	184,56	0,000415141	8965,722656	0,000108337	R²	0,99939211
4	60,13	78,39	9,81451E-06	1014,581756	5,09152E-05	RMSE	9,9632
6	61,53	58,73	8,77001E-06	1105,728756	4,92503E-05	P (%)	11,10308894
8	63,80	51,85	1,43459E-05	875,1243063	5,93667E-05		
		Σ	0,000448071	11961,15748	0,00026787		

1.2 Parameter Warna L

Hari	Hobs L Ts	Hest LTs	(Hest-Hobs)^2 LTs	(Hobs-rerataHobs)^2 LTs	 Hest-Hobs /Hobs L Ts	N	5
2	58,3	57,85	0,174	96,776	0,007	R²	0,99878544
4	50,7	51,57	0,707	5,279	0,017	RMSE	0,4627
6	45,7	45,29	0,194	7,304	0,010	P (%)	0,670118849
8	39,0	39,01	0,000	88,972	0,000		
		Σ	1,08	198,33	0,03		

1.3 Parameter Warna a

Hari	Hobs aTs	Hest aTs	(Hest-Hobs) ² aTs	(Hobs-rerataHobs) ² aTs	Hest-Hobs /Hobs aTs	N	5
2	2,5	2,5	0,000	3,270	0,006	R ²	0,9989567558
4	5,1	5,1	0,064	0,580	0,050	RMSE	0,0633
6	4,9	4,9	0,000	0,387	0,002	P (%)	0,829672839
8	4,7	4,6	0,052	0,180	0,048		
		Σ	0,12	4,42	0,11		

1.4 Parameter Warna b

Hari	Hobs bTs	Hest bTs	(Hest-Hobs) ² bTs	(Hobs-rerataHobs) ² bTs	Hest-Hobs /Hobs bTs	N	5
2	25,0	24,6	0,199	89,460	0,018	R ²	0,995509822
4	17,6	18,6	0,894	4,237	0,054	RMSE	0,5317
6	13,1	12,6	0,316	5,962	0,043	P (%)	2,479372335
8	6,5	6,6	0,004	82,356	0,010		
		Σ	1,41	182,01	0,12		

F.2 Uji Validitas Model Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Kertas Minyak

2.1 Tekstur

Hari	Hobs	Hest	(Hest-Hobs)^2	(Hobs-rerataHobs)^2	Hest-Hobs /Hobs	N	4
	TxKm	TxTs	TxKm	TxKm	TxKm	R ²	0,99999975
2	102,13	102,01	0,0156	2321,955	0,0012	RMSE	0,064
4	28,47	28,45	0,0002	648,891	0,0005	P (%)	0,043
6	31,17	31,17	0,0041	515,896	0,0021		
		Σ	0,0200	3486,7411	0,0038		

2.2 Parameter Warna L

Hari	Hobs	Hest	(Hest-Hobs)^2	(Hobs-rerataHobs)^2	Hest-Hobs /Hobs	N	4
	L Km	L Km	L Km	L Km	L Km	R ²	0,99999916
2	54,93	54,93	9,50694E-06	60,321	5,61286E-05	RMSE	0,004
4	44,53	44,53	9,31521E-06	6,934	6,85348E-05	P (%)	0,006
6	42,03	42,04	9,16744E-06	26,351	7,20328E-05		
		Σ	0,0000	93,6067	0,0002		

2.3 Parameter Warna a

Hari	Hobs	Hest	(Hest-Hobs)^2	(Hobs-rerataHobs)^2	Hest-Hobs /Hobs	N	4		
	a Km	a Km	a Km	a Km	a Km				
2	3,83	3,83	4,72656E-07	1,116544444	0,000179504	RMSE	0,004		
4	4,93	4,93	0,00083851	0,000177778	0,005909598			P (%)	0,074
6	5,93	5,93	1,93545E-06	1,088544444	0,000234604				

2.4 Parameter Warna b

Hari	Hobs	Hest	(Hest-Hobs)^2	(Hobs-rerataHobs)^2	Hest-Hobs /Hobs	N	4		
	b Km	b Km	b Km	b Km	b Km				
2	21,7	21,7	0,103	45,039	0,0148	RMSE	0,052		
4	12,9	12,9	0,003	4,089	0,0044			P (%)	0,259
6	10,3	10,2	0,017	21,986	0,0125				
		Σ	0,12	71,11	0,03				

F.3 Uji Validitas Model Bawang Putih Selama Proses Pemanasan Dengan Pembungkus Aluminium foil

3.1 Tekstur

Hari	Hobs	Hest	(Hest-Hobs) ²	(Hobs-rerataHobs) ²	Hest-Hobs /Hobs	N	7
	Tx AL	Tx AL	Tx AL	Tx AL	Tx AL		
2	190,93	190,0	1,0	15878,8	0,0	R ²	0,999654572
4	65,73	65,2	0,3	0,7	0,0		
6	29,00	42,0	170,3	1290,4	0,4	RMSE	6,10611512
8	32,73	34,0	1,5	1036,1	0,0		
10	34,73	30,2	20,4	911,4	0,1	P (%)	12,244
12	36,40	28,2	67,5	813,5	0,2		
Σ			260,992	19930,875	0,857		

3.2 Parameter Warna L

Hari	Hobs	Hest	(Hest-Hobs) ²	(Hobs-rerataHobs) ²	Hest-Hobs /Hobs	N	7
	L AL	L AL	L AL	L AL	L AL		
2	59,40	59,3	0,1	165,0	0,0	R ²	0,9983098
4	52,53	53,0	0,4	35,7	0,0		
6	47,97	47,6	0,1	2,0	0,0	RMSE	0,500098879
8	43,73	43,1	0,7	8,0	0,0		
10	38,57	39,5	0,3	63,8	0,0	P (%)	0,9654
12	37,13	36,7	0,4	88,8	0,0		
Σ			1,942	363,270	0,073		

3.3 Parameter Warna a

Hari	Hobs	Hest	(Hest-Hobs)^2	(Hobs-rerataHobs)^2	Hest-Hobs /Hobs	N	7
	a AL	a AL	a AL	a AL	a AL		
2	5,50	6,4	0,3	2,1	0,1	R ²	0,948164
4	6,23	5,9	0,2	38,9	0,1		
6	5,93	5,1	0,3	3,6	0,1	RMSE	0,529874498
8	4,10	3,9	0,2	0,0	0,1		
10	1,90	2,4	1,3	4,6	0,6	P (%)	11,238
12	0,60	0,5	0,1	11,9	0,4		
		Σ	2,201	61,007	1,342		

3.5 Parameter Warna b

Hari	Hobs	Hest	(Hest-Hobs)^2	(Hobs-rerataHobs)^2	Hest-Hobs /Hobs	N	7
	b AL	b AL	b AL	b AL	b AL		
2	25,20	25,20	0,0	139,9	0,0	R ²	0,999819
4	18,87	18,93	0,0	30,2	0,0		
6	14,00	13,80	0,0	0,4	0,0	RMSE	0,1076494
8	9,67	9,83	0,0	13,7	0,0		
10	7,10	7,01	0,0	39,3	0,0	P (%)	0,8269
12	5,40	5,34	0,0	63,6	0,0		
		Σ	0,081	287,108	0,058		

LAMPIRAN G. DOKUMENTASI

G.1 Tampilan Bawang Putih yang Sudah di bersihkan dan di bungkus dengan Tissue, Kertas Minyak dan Alumuniumfoil.



G.2 Tampilan fisik Bawang Putih selama proses pemanasan pada hari ke – 2



Tissue

Kertas Minyak

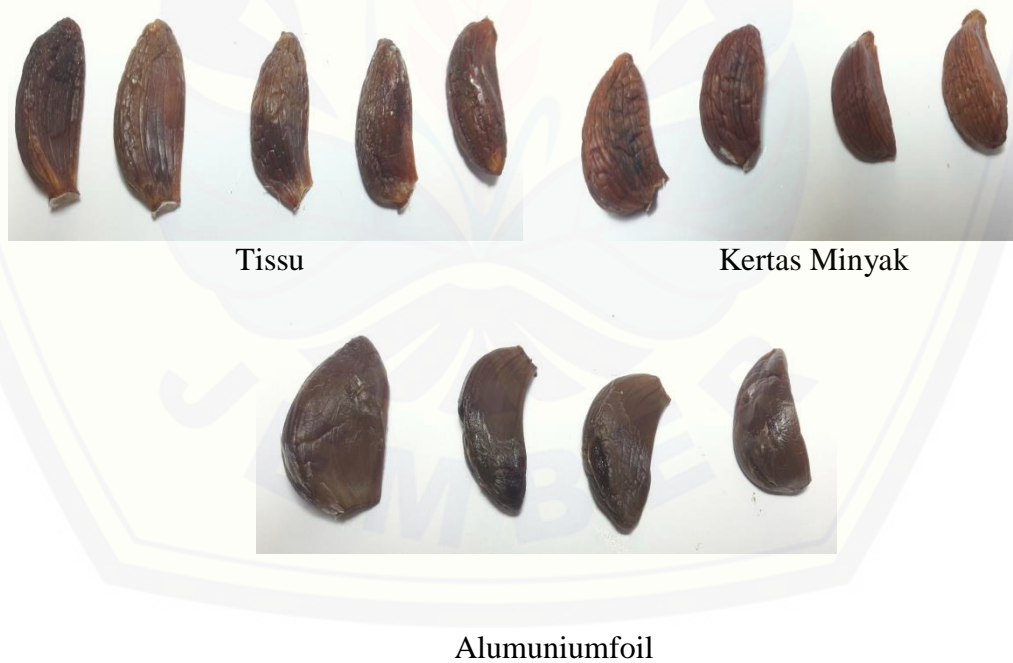


Alumuniumfoil

G.3 Tampilan fisik Bawang Putih selama proses pemanasan pada hari ke – 4



G.4 Tampilan fisik Bawang Putih selama proses pemanasan pada hari ke – 8



G.4 Tampilan fisik Bawang Putih selama proses pemanasan pada hari ke – 10



Tissu



Kertas Minyak



Alumuniumfoil

G.4 Tampilan fisik Bawang Putih selama proses pemanasan pada hari ke – 12



Tissu



Kertas Minyak



Alumuniumfoil