



**PERUBAHAN KADAR AIR, WARNA DAN TEKSTUR  
BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) PADA  
BERAGAM SUHU PEMANASAN**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**Achmad Wildan Febrianto**

**NIM 141710201104**

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



**PERUBAHAN KADAR AIR, WARNA DAN TEKSTUR  
BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) PADA  
BERAGAM SUHU PEMANASAN**

**SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**Achmad Wildan Febrianto**

**NIM 141710201104**

**Pembimbing:**

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Dian Purbasari, S.Pi., M. Si.

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

### **PERSEMBAHAN**

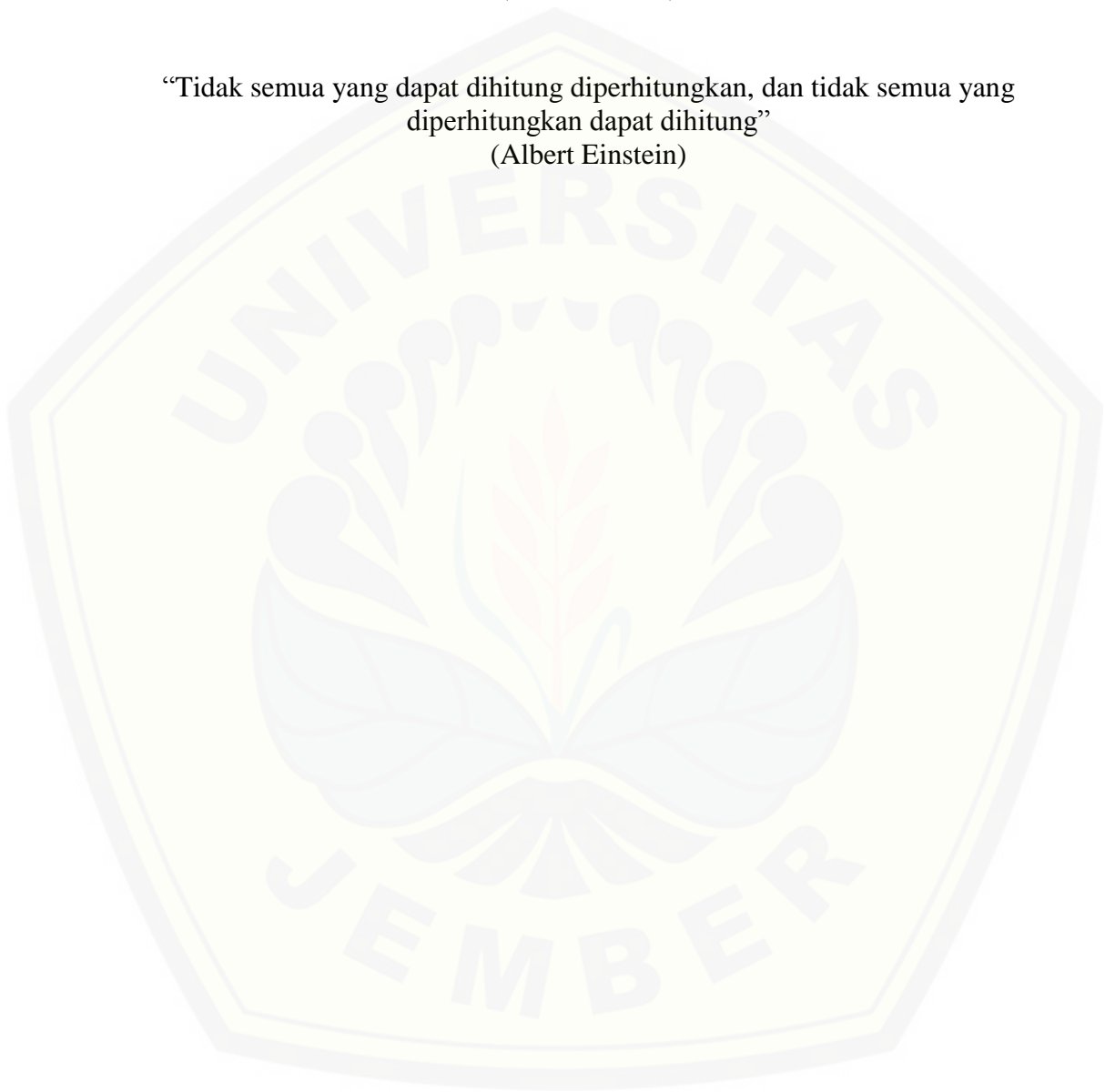
Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Suprianto dan Ibunda Siti Fatimah tercinta yang memberikan ketulusan do'a dalam kelancaran penyelesaian skripsi, terima kasih atas semua nasehat, dukungan, semangat, perngorbanan dan kasih sayang serta kesabaran yang luar biasa;
2. Adik-adik tercinta Iqbal Fakhrrur Rozi dan Vienika Hanum Masruroh yang selalu memberi semangat dan do'a selama proses pengerjaan skripsi;
3. Seluruh keluarga besarku dan almamater Fakultas Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember.

**MOTTO**

“Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja,  
ia menyelesaikannya dengan baik”  
(HR. Thabrani)

“Tidak semua yang dapat dihitung diperhitungkan, dan tidak semua yang  
diperhitungkan dapat dihitung”  
(Albert Einstein)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Wildan Febrianto

NIM : 141710201104

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: “Perubahan Kadar Air, Warna dan Tekstur Bawang Putih (*Allium sativum*) pada Beragam Suhu Pemanasan” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta 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 sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 April 2019  
Yang menyatakan,

Achmad Wildan Febrianto  
NIM 141710201104

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Perubahan Kadar Air, Warna dan Tekstur Bawang Putih (*Allium Sativum*) pada Beragam Suhu Pemanasan” karya Achmad Wildan Febrianto telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Kamis, 11 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. Elida Novita, S.TP., M.T  
NIP. 197311301999032001

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

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Dr. SiswoyoSoekarno, S.TP.,M.Eng.  
NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**Perubahan Kadar Air, Warna dan Tekstur Bawang Putih (*Allium sativum*) Pada Beragam Suhu Pemanasan;** Achmad Wildan Febrianto, 141710201104; 2019: 51 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Bawang putih (*Allium sativum*) merupakan salah satu komoditi pertanian yang dibutuhkan penduduk di dunia, terutama dimanfaatkan sebagai bahan penyedap beberapa jenis makanan. Bawang putih juga dipercaya sebagai obat yang dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit. Namun bawang putih memiliki bau yang menyengat jika dikonsumsi secara langsung. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan bawang putih menjadi bawang hitam. Bawang hitam merupakan salah satu pengolahan bawang putih sebagai obat. Bawang hitam memiliki tekstur yang lembut, bau yang tidak menyengat dan memiliki rasa yang manis sehingga mudah untuk dikonsumsi secara langsung. Tujuan penelitian ini adalah [1] mengetahui perubahan bawang putih kadar air, warna dan tekstur selama proses pemanasan dengan menggunakan oven. [2] mengkaji pengaruh suhu pemanasan bawang putih dengan menggunakan oven terhadap perubahan kadar air, warna dan tekstur bawang putih selama proses pemanasan. [3] menyusun model empiris perubahan kadar air, warna dan tekstur bawang putih selama proses pemanasan menggunakan oven. Suhu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 60°C, 70°C dan 80°C. Pengambilan data dilakukan setiap 2 hari sekali dengan 3 kali ulangan. Analisis yang dilakukan meliputi analisis perubahan kadar air, tekstur, warna dan pemodelan menggunakan analisis regresi linier berganda metode stepwise menggunakan aplikasi SPSS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar suhu pemanasan yang digunakan, semakin singkat pula waktu yang dibutuhkan pada proses pemanasan. Kadar air bawang putih selama proses pemanasan mengalami penurunan dari kadar air antara 65.442%-65.588% menjadi sebesar 40.651%-45.171%. Tekstur bawang putih selama proses pemanasan mengalami penurunan dari sebesar 1000.8 N-1099.8 N menjadi 52.4N-66.7N. Warna bawang putih selama proses pemanasan mengalami perubahan pada parameter L, a dan b. Parameter warna L menurun dari 75.7-74.6 menjadi 36.7-37.4, parameter warna a berubah dari -0.1-0.3 menjadi -0.6-0.3 dan parameter warna b menurun dari 23.9-25.6 menjadi 4.3-9.1. Berdasarkan hasil pemodelan, persamaan kadar air, tekstur dan nilai L memiliki tingkat akurasi yang tinggi pada ketiga suhu. Persamaan nilai a dan nilai b memiliki tingkat akurasi tinggi pada suhu 60°C dan 70°C sedangkan pada suhu 80°C tingkat akurasinya rendah. Persamaan kadar air memiliki R<sup>2</sup> tertinggi pada suhu 80°C yaitu 0.998 dan RMSE sebesar 0.3. Persamaan tekstur memiliki R<sup>2</sup> tertinggi pada suhu 70°C, sebesar 0.997 dan RMSE sebesar 17.2. Persamaan L memiliki R<sup>2</sup> tertinggi pada suhu 60°C sebesar 0.999, dan RMSE sebesar 0.2. Persamaan a memiliki R<sup>2</sup> tertinggi pada suhu 60°C sebesar 0.980 dan RMSE sebesar 0.4. Persamaan b memiliki R<sup>2</sup> tertinggi pada suhu 60°C sebesar 0.999 dan RMSE sebesar 0.2.

**SUMMARY**

**Changes of Moisture, Color and Texture of Garlic (*Allium sativum*) under Various Heating Temperature;** Achmad Wildan Febrianto, 141710201104; 2019: 51 page; Departemen Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Jember Univesity

Garlic (*Allium sativum*) was one of the agricultural commodities needed by people in the world, mainly used as a flavoring for several types of food. Garlic was also believed to be a medicine that can cure various diseases. However, garlic has a sting odor when consumed directly. Therefore, necessary to process garlic into black garlic. Black garlic was one of the processing of garlic as a medicine. Black garlic has has a soft texture, less sting odor and had a sweet tasty so easy to consume directly. The research aimed at [1] finding out the changes in water content, color and texture of garlic during the heating process using oven. [2] Asessing the effect heating temperature on changes in water content, color and texture of garlic during the heating process using oven. [3] Compiling an empirical model of changes in water content, color and texture of garlic during the heating process using oven. The temperature used in this study is 60°C, 70°C and 80°C. Data was retrieval every 2 days with 3 replications. The analysis conducted analysis of changes in water content, texture, color and modeling used multiple non-linear regression analysis used the stepwise method on SPSS application.

The results of research showed that the more bigger temperature was used, the less time it took for the heating process. The water content of garlic has decreased during the heating process from the water content between 65,442%-65,588% to 40,651% -45,171%. The texture of garlic had decreased during the heating process from 1000.8 N-1099.8 N to 52.4 N-66.7 N. The color of garlic during the heating process changes in the parameters L, a and b. color parameter L has decreased from 75.7-74.6 to 36.7-37.4, color parameter a has changed from -0.1-0.3 to -0.6-0.3 and in parameter b had decreased from 23.9-25.6 to 4.3-9.1. Based on the modeling results, the equation of water content, texture and color parameters L had a high level of accuracy at all three temperatures. The equation of the color parameter a and color parameter b had a high level of accuracy at a temperature 60°C and 70 °C while at a temperature 80°C had a low level of accuracy. The equation of the water content had the highest  $R^2$  at 80°C is 0.998 and RMSE is 0.3. The texture equation had the highest  $R^2$  at 70°C is 0.997 and RMSE is 17.2. The equation of color parameter L had the highest  $R^2$  at 60°C is 0.999, and RMSE is 0.2. The equation of color parameter a had the highest  $R^2$  at 60°C is 0.980 and RMSE is 0.4. The equation of color parameter b had the highest  $R^2$  at 60°C is 0.999 and RMSE is 0.2.



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Perubahan Kadar Air, Warna dan Tekstur Bawang Putih (*Allium Sativum*) pada Beragam Suhu Pemanasan”. 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, Ayahanda Suprianto dan Ibunda Siti Fatimah tercinta yang mendoakan dan memotivasi setiap waktu;
2. 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;
3. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
4. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
5. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
7. Semua saudara (Iqbal dan Hanum) yang telah memberikan dorongan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir;
8. Teman-teman TEP-C 2014 dan teman seangkatan 2014 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang, terima kasih atas nasehat dan motivasinya;

9. Teman-teman main (Aji, Alip, Sentil, Ade) dan teman-teman satu peminatan (Dewi, Navisa, Hilmi, Firman, Yujin, Inton) terimakasih atas semua dukungan, kerjasama, pengalaman dan kenangan selama masa perkuliahan, semoga kita menjadi orang yang sukses.
10. 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 terimakasih atas segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, 11 April 2019

Penulis

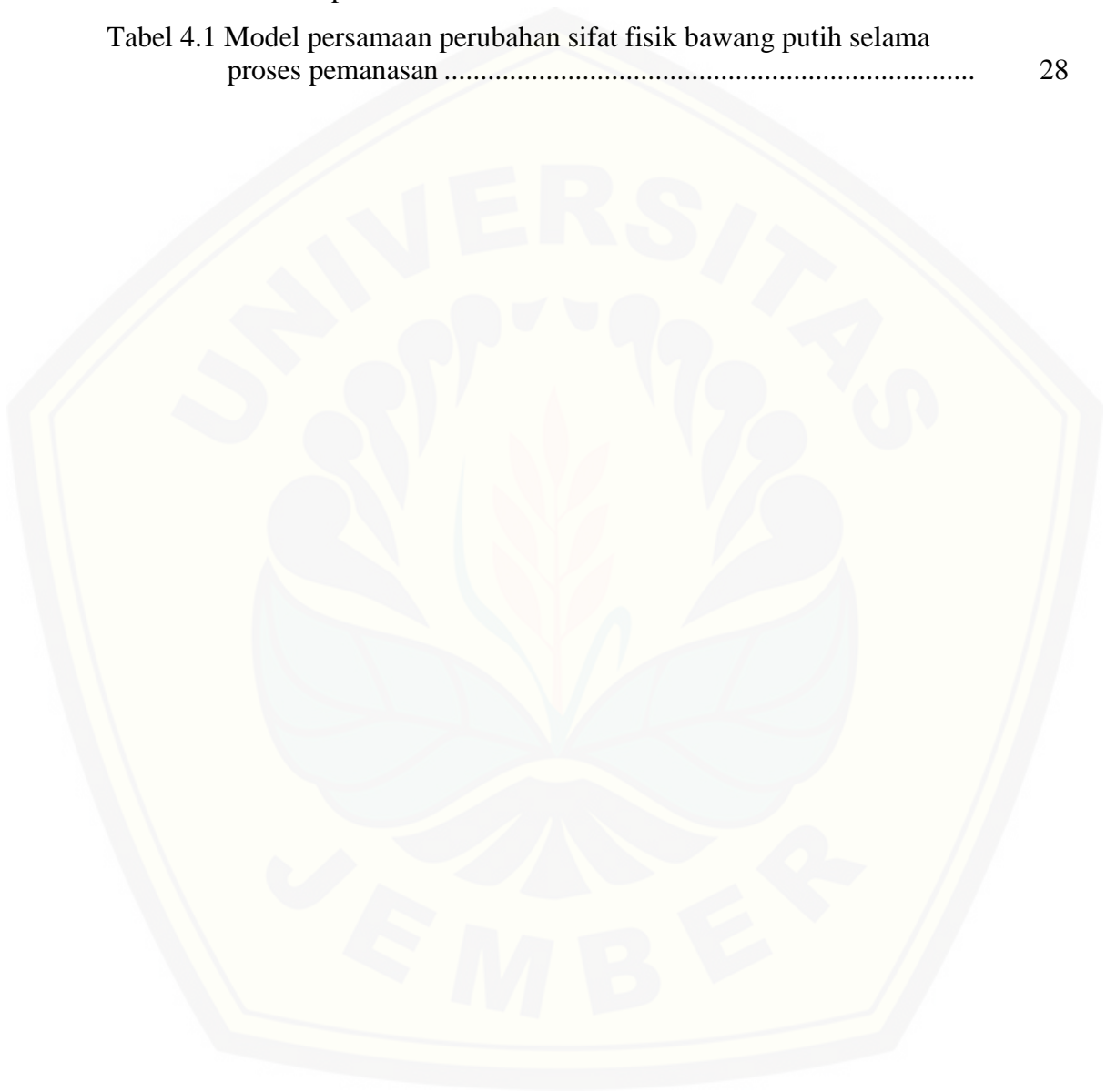
DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>RINGKASAN/ SUMMARY</b> .....	vi
<b>PRAKATA</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Bawang Putih</b> .....	4
2.1.1 Kegunaan Bawang Putih .....	4
2.1.2 Penanganan Pasca Panen Bawang Putih Di Indonesia ...	5
<b>2.2 Bawang Hitam</b> .....	6
<b>2.3 Suhu</b> .....	6
<b>2.4 Pemanasan</b> .....	6
<b>2.5 Oven</b> .....	7
<b>2.6 Pengaruh Proses Pemanasan Terhadap Kadar Air, Warna dan Tekstur</b> .....	7
2.4.1 Kadar Air .....	7
2.4.2 Warna .....	8
2.4.3 Tekstur .....	8
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	9
<b>3.1 Waktu dan Tempat</b> .....	9
<b>3.2 Bahan dan Alat Penelitian</b> .....	9
<b>3.3 Prosedur Penelitian</b> .....	9
3.3.1 Pembersihan Bawang Putih .....	10
3.3.2 Penirisan Bawang Putih .....	10
3.3.3 Pengukuran Kadar Air Awal Sampel Bawang Putih .....	11
3.3.4 Pembungkusan Bawang Putih dengan <i>Alluminium Foil</i> .....	11
3.3.5 Pemanasan Bawang Putih pada Suhu 60°C, 70°C dan 80°C .....	11

3.3.6 Pengukuran Kadar Air, Warna dan Tekstur Bawang Putih .....	11
3.3.7 Analisis Data.....	12
<b>3.4 Rancangan Percobaan.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5 Analisis Data.....</b>	<b>15</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Perubahan Kadar Air Bawang Putih.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2 Perubahan Tekstur Bawang Putih.....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Perubahan Warna Bawang Putih .....</b>	<b>21</b>
<b>4.4 Model Perubahan Sifat Fisik Bawang Putih .....</b>	<b>26</b>
4.4.1 Nilai Konstanta Sifat Fisik Bawang Putih.....	27
4.4.2 Uji Validitas Model .....	29
<b>BAB 5. Kesimpulan Dan Saran .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>32</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>35</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan kimia pada 100 gram bawang putih.....	4
Tabel 3.1 Variabel penelitian .....	10
Tabel 4.1 Model persamaan perubahan sifat fisik bawang putih selama proses pemanasan .....	28

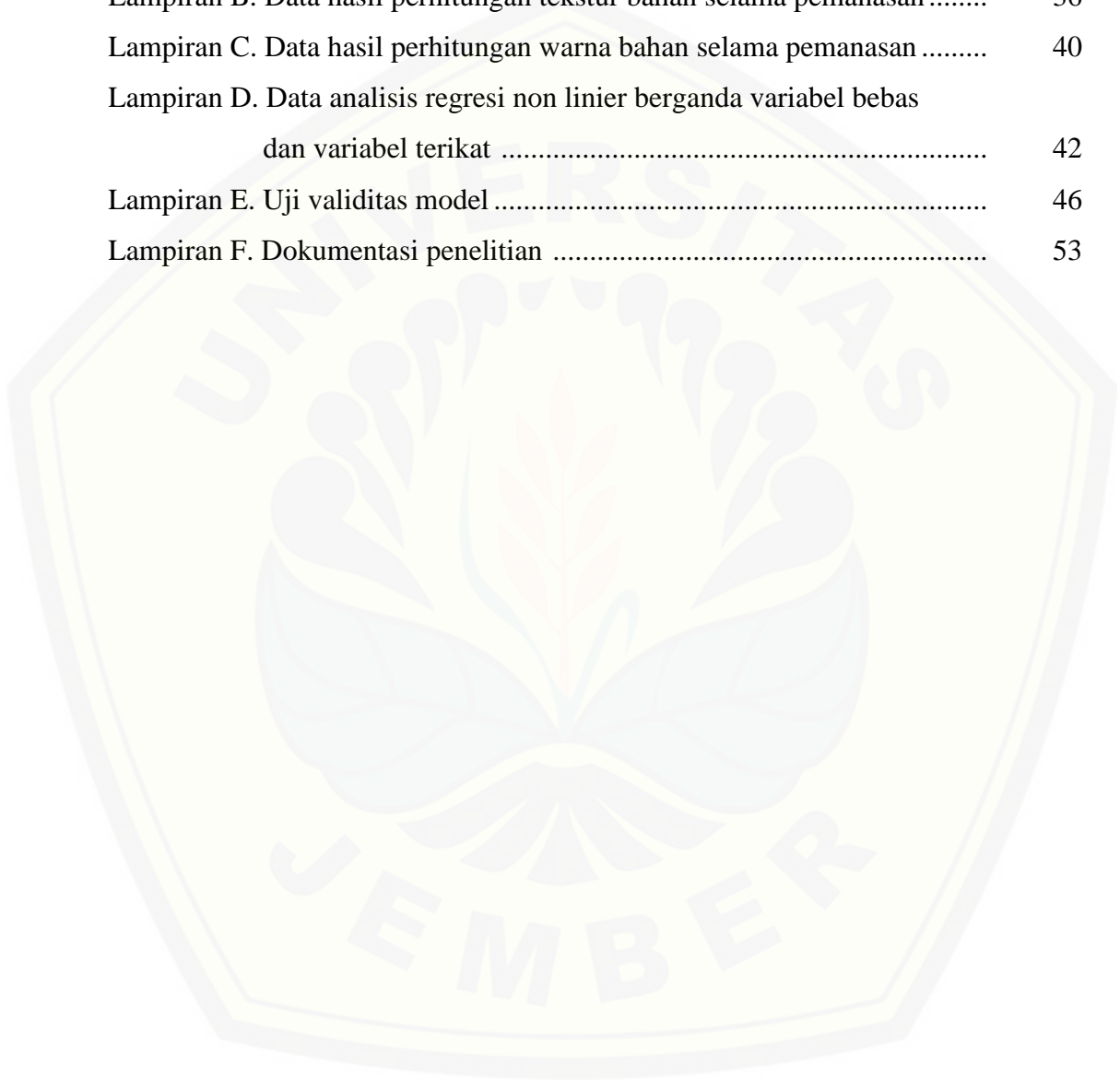


**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	10
Gambar 4.1	Perubahan kadar air basis basah bawang putih terhadap waktu .....	16
Gambar 4.2	Perubahan kadar air basis kering bawang putih terhadap waktu .....	17
Gambar 4.3	Laju perubahan kadar air bawang putih terhadap waktu .....	18
Gambar 4.4	Perubahan kekerasan bawang putih terhadap waktu.....	19
Gambar 4.5	Foto perubahan warna bawang putih selama proses pemanasan .....	21
Gambar 4.6	Perubahan parameter L terhadap waktu .....	22
Gambar 4.7	Laju perubahan parameter L terhadap waktu .....	23
Gambar 4.8	Perubahan nilai parameter warna a terhadap waktu .....	24
Gambar 4.9	Perubahan nilai parameter warna a terhadap waktu .....	25
Gambar 4.10	Perubahan total warna bawang putih selama proses pemanasan .....	26
Gambar 4.11	Hubungan $H_{\text{Observasi}}$ dan $H_{\text{Estimasi}}$ perubahan kadar air bawang putih selama proses pemanasan pada berbagai suhu.....	29
Gambar 4.12	Hubungan $H_{\text{Observasi}}$ dan $H_{\text{Estimasi}}$ perubahan tekstur bawang putih selama proses pemanasan pada berbagai suhu.....	29
Gambar 4.13	Hubungan $H_{\text{Observasi}}$ dan $H_{\text{Estimasi}}$ perubahan nilai L bawang putih selama proses pemanasan pada berbagai suhu.....	30
Gambar 4.14	Hubungan $H_{\text{Observasi}}$ dan $H_{\text{Estimasi}}$ perubahan nilai a bawang putih selama proses pemanasan pada berbagai suhu.....	30
Gambar 4.15	Hubungan $H_{\text{Observasi}}$ dan $H_{\text{Estimasi}}$ perubahan nilai b bawang putih selama proses pemanasan pada berbagai suhu.....	30

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A. Data hasil perhitungan kadar air bahan selama pemanasan.....	35
Lampiran B. Data hasil perhitungan tekstur bahan selama pemanasan .....	36
Lampiran C. Data hasil perhitungan warna bahan selama pemanasan .....	40
Lampiran D. Data analisis regresi non linier berganda variabel bebas dan variabel terikat .....	42
Lampiran E. Uji validitas model .....	46
Lampiran F. Dokumentasi penelitian .....	53



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bawang putih (*Allium sativum*) merupakan salah satu komoditi pertanian yang dibutuhkan penduduk di dunia, terutama dimanfaatkan sebagai bahan penambah penyedap beberapa jenis makanan. Bawang putih juga dimanfaatkan dalam bentuk olahan, seperti acar (*pickle*), tepung, dan makanan dalam kaleng. Hanya sebagian kecil bawang putih diolah dalam bentuk minyak bawang putih. Bawang putih merupakan tanaman jenis bawang-bawangan yang berasal dari Asia Tengah. (Santoso, 1989).

Bawang putih berkhasiat sebagai obat yang dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit. Khasiat bawang putih berhubungan erat dengan zat kimia yang dikandungnya yang dibuktikan secara ilmiah. Zat-zat kimia yang terkandung sebagian besar masuk dalam golongan minyak asiri. *Allicin* adalah komponen senyawa bawang putih yang berperan memberi aroma yang menyengat pada hidung dan merupakan zat aktif bersifat antibakteri yang dapat membunuh kuman-kuman penyakit. Bawang putih juga dapat mengatasi influenza, letih, lelah, dan sulit tidur karena bawang putih efektif dalam mengganti kekurangan vitamin C (Tim Penebar Swadaya, 2001).

Bawang putih memiliki banyak manfaat sebagai obat, namun pada kehidupan sehari-hari pengolahan bawang putih sebagai obat masih jarang dilakukan. Pemanasan bawang putih menjadi bawang hitam (*Black Garlic*) merupakan salah satu pengolahan bawang putih sebagai obat dengan tujuan bawang putih lebih mudah dikonsumsi. Menurut Sasaki *et al.* (2007), bawang hitam dibuat dari bawang putih segar yang diproses pada ruang yang terkontrol dengan suhu 60-85°C selama 30-40 hari. Bawang putih segar secara alami akan berubah warna dari putih, abu-abu dan kemudian berubah menjadi hitam setelah mencapai satu bulan. Bawang hitam memiliki tekstur yang lembut, bau yang tidak menyengat dan memiliki rasa yang manis.

Umumnya pemanasan bawang putih menjadi bawang hitam menggunakan alat penanak nasi yaitu *magic com*. Proses pemanasan dengan *magic com*



memiliki kekurangan yaitu suhu yang tidak stabil dan suhu yang digunakan tidak dapat diatur. Penelitian mengenai bawang hitam yang tersedia membahas mengenai kandungan kimia dari bawang hitam yang dihasilkan. Belum terdapat informasi tentang perubahan sifat fisik bawang putih selama proses pemanasan menjadi bawang hitam. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian mengenai perubahan sifat fisik bawang putih yang meliputi kadar air, warna dan tekstur selama proses pemanasan pada beragam suhu pemanasan menggunakan oven.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Sifat fisik bawang putih mengalami perubahan selama proses pemanasan. Sifat fisik yang berubah yaitu kadar air, warna dan tekstur. Suhu proses pemanasan bawang putih dapat berpengaruh pada perubahan kadar air, warna dan tekstur. Oleh karena itu, perlu adanya studi tentang perubahan kadar air, warna dan tekstur bawang putih selama proses pemanasan dengan menggunakan berbagai suhu.

### **1.3 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini masalah dibatasi pada pengaruh suhu pemanasan bawang putih menggunakan oven, terhadap kadar air, warna dan tekstur bawang putih dan membandingkan perubahan kadar air, warna dan tekstur bawang putih selama proses pemanasan.

### **1.4 Tujuan**

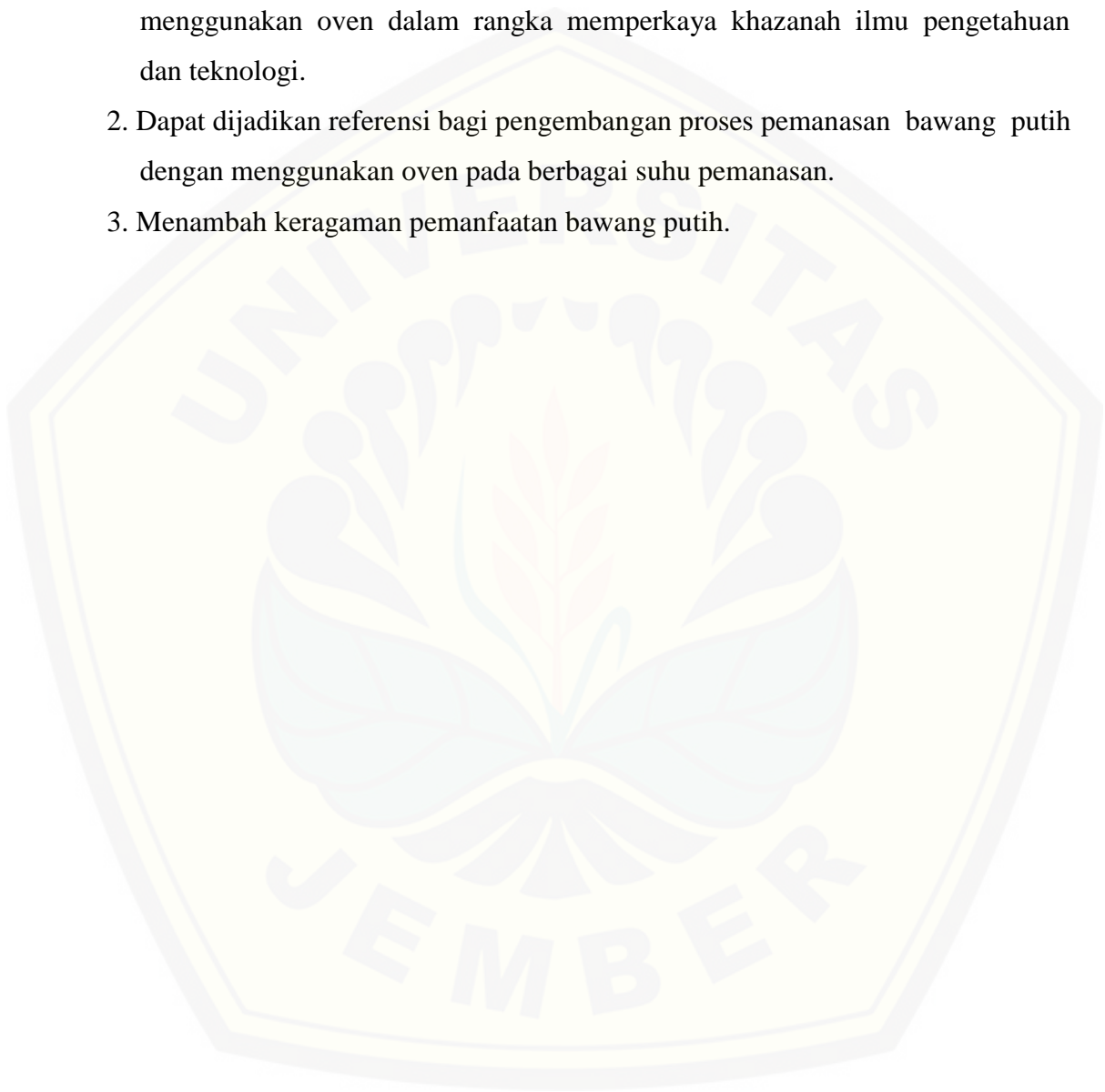
Tujuan umum pada penelitian ini yaitu mempelajari proses pemanasan bawang putih menjadi *black garlic*, sedangkan tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji pengaruh suhu pemanasan bawang putih dengan menggunakan oven terhadap perubahan kadar air, warna dan tekstur bawang putih selama proses pemanasan.
2. Menyusun model empiris perubahan kadar air, warna dan tekstur bawang putih selama proses pemanasan menggunakan oven

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi bagi industri terhadap perubahan sifat fisik kadar air, warna dan tekstur bawang putih selama proses pemanasan dengan menggunakan oven dalam rangka memperkaya khazanah ilmu pengetahuan dan teknologi.
2. Dapat dijadikan referensi bagi pengembangan proses pemanasan bawang putih dengan menggunakan oven pada berbagai suhu pemanasan.
3. Menambah keragaman pemanfaatan bawang putih.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bawang Putih

Bawang putih (*Allium sativum*) termasuk genus *afflum* atau di Indonesia lazim disebut bawang putih. Bawang putih termasuk klasifikasi tumbuhan ternak berumbi lapis atau siung yang bersusun. Bawang putih tumbuh secara berumpun dan berdiri tegak sampai setinggi 30 -75 cm, mempunyai batang semu yang terbentuk dari pelepah-pelepah daun. Helai daunnya mirip pita, berbentuk pipih dan memanjang. Akar bawang putih terdiri dari serabut-serabut kecil yang berjumlah banyak. Setiap umbi bawang putih terdiri dari sejumlah anak bawang (siung) yang setiap siungnya terbungkus kulit tipis (Untari, 2010). Kandungan kimia yang terdapat dalam setiap 100 gram bawang putih seperti pada Tabel 2.1 berikut ini,

Tabel 2.1 Kandungan kimia pada 100 gram bawang putih

Zat Kimia	Kandungan
Air	66,2-71,0 g
Kalori	95,0-122 kal
Kalsium	26-42 mg
Sulfur	60-120 mg
Protein	4,5-7 g
Lemak	0,2-0,3 g
Karbohidrat	23,1-24,6 g
Fosfor	15-109 mg
Besi	1,4-1,5 mg
Kalium	346-377 mg

Sumber: (Santoso, 1989).

#### 2.1.1 Kegunaan Bawang Putih

Bawang putih memiliki manfaat dan kegunaan yang besar bagi kehidupan manusia. Dalam industri makanan bawang putih dijadikan ekstrak, bubuk atau tepung, dan diolah menjadi acar. Selain dijadikan bumbu dapur sehari-hari, bawang putih juga merupakan bahan obat tradisional yang memiliki multi khasiat.

Ribuan tahun yang lalu bawang putih sudah digunakan sebagai obat kuat, penangkal, dan obat berbagai penyakit. Kandungan minyak dalam bawang putih berkhasiat membersihkan darah dan mengurangi rasa sakit pada bagian tubuh. Bawang putih sering dijadikan ramuan obat penyakit asma, mengontrol kolestrol, gangguan suara serak, nyeri haid, flu, kencing sedikit, demam, batuk rejan, tuberkulosa dan lain-lain (Rukmana, 1995).

#### 2.1.2 Penanganan Pasca Panen Bawang Putih di Indonesia

Bawang putih tergolong komoditas yang mudah rusak atau susut. Susut bobot umbi bawang putih saat penyimpanan sekitar 67%. Penanganan pascapanen bawang putih harus dilakukan dengan baik.

Kegiatan pokok penanganan pascapanen bawang putih meliputi tahap-tahap sebagai berikut:

##### 1. Pengumpulan dan pengikatan hasil

Bawang putih hasil panen dikumpulkan pada tempat yang strategis. Rumpun-rumpun bawang putih diikat menjadi beberapa ikatan yang memiliki berat antara 1-2 kg untuk memudahkan pengangkutan hasil panen.

##### 2. Pengeringan

Pengeringan bawang putih dilakukan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari dan dikeringanginkan di udara pada tempat teduh. Pengeringan bawang putih membutuhkan waktu sekitar 10-15 hari. Bawang putih dikeringkan dalam bentuk lengkap dengan batang dan daunnya atau dalam bentuk umbinya saja.

##### 3. Penyeleksian, pengkelasan, dan pembersihan

Sebelum dijual bawang putih yang telah dikeringkan terlebih dahulu melalui prosek penyeleksian dan pengkelasan. Selain penyeleksian dan pengkelasan juga dilakukan pembersihan tanah yang masih menempel pada akar.

##### 4. Penyimpanan

Proses penyimpanan bawang putih tanpa batang dan daun disimpan di dalam wadah yang terhindar dari sinar matahari dan hujan. Bawang putih yang masih memiliki batang dan daun digantung pada palang-palang bambu ditempat terbuka yang dilengkapi dengan atap (Rukmana, 1995).

## 2.2 Bawang Hitam

Menurut Sasaki *et al.* (2007), bawang hitam atau *black garlic* merupakan hasil dari bawang putih segar yang diproses pada ruang yang terkontrol dengan suhu 60-85°C selama 30-40 hari tanpa ada tambahan perlakuan dan zat lain. Bawang putih segar secara alami akan berubah warna dari putih, coklat dan kemudian berubah menjadi hitam. Selama proses pemanasan berlangsung bau menyengat dari bawang putih berubah. Bawang hitam memiliki tekstur yang lembut, bau yang tidak menyengat dan memiliki rasa yang manis.

Bawang hitam dimanfaatkan sebagai suplemen herbal karena memiliki lebih banyak kandungan senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan dibandingkan bawang putih yang masih segar. Bawang hitam memiliki berat yang lebih ringan dikarenakan selama proses pemanasan kandungan air bawang putih berkurang. Bawang hitam yang baik memiliki kadar air sebesar 40-50 % basih basah, karena pada kondisi kadar air sebesar 40-50 % basis basah bawang hitam memiliki tekstur yang lembut dan elastis (Zhang *et al.*, 2014).

## 2.3 Suhu

Suhu adalah besaran panas dan dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer. Suhu dapat berpengaruh terhadap proses pemanasan. Pada umumnya semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan yang dipanaskan, semakin cepat pemindahan ke dalam bahan. Apabila udara yang digunakan sebagai medium pemanas, maka semakin tinggi suhu udara semakin cepat penghilangan air dari dalam bahan. Karena semakin tinggi suhu udara makin banyak uap air yang dapat ditampung, sehingga semakin banyak mengambil uap air dalam bahan (Muchtadi dan Sugiyono, 2013).

## 2.4 Pemanasan

Penggunaan panas dan waktu dalam proses pemanasan bahan pangan sangat berpengaruh pada bahan pangan. Beberapa jenis bahan pangan seperti halnya susu dan kapri serta daging, sangat peka terhadap suhu tinggi karena dapat

merusak warna maupun rasanya. Sebaliknya, komoditi lain misalnya jagung dan kedelai dapat menerima panas yang hebat karena tanpa banyak mengalami perubahan. Pada umumnya semakin tinggi jumlah panas yang di berikan semakin banyak mikroba yang mati. misalnya pada proses pengalengan, pemanasan di tujukan untuk membunuh seluruh mikroba yang mungkin dapat menyebabkan pembusukan. Suhu pemanasan bergantung pada bahan yang akan digunakan untuk dipanaskan (Rahmawati, Tanpa Tahun.).

### **2.5 Oven**

Oven adalah alat untuk memanaskan memanggang dan mengeringkan. Oven dapat digunakan sebagai pengering apabila dengan kombinasi pemanasan dengan humidity rendah dan sirkulasi udara yang cukup. Kecepatan pengeringan tergantung dari tebal bahan yang dikeringkan. Penggunaan oven biasanya digunakan untuk skala kecil. Kelebihan dari oven adalah dapat dipertahankan dan diatur suhunya. Bahan yang akan dikeringkan menggunakan oven diletakkan pada tray-traynya (Harrison dan Judy, 1914).

### **2.6 Pengaruh Proses Pemanasan Terhadap Kadar Air, Warna dan Tekstur**

Suhu pemanasan akan menyebabkan terjadinya penurunan kadar air yang lebih cepat. Selama proses pemanasan berlangsung terjadi perpindahan panas dari media pemanasan ke bahan dan juga perpindahan massa air. Panas yang mengakibatkan terjadinya perubahan massa air dari bahan dikarenakan adanya panas laten penguapan. (Nugroho *et al.*, 2009).

Pada umumnya pemanasan bahan pangan dapat merubah warna menjadi coklat. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh reaksi-reaksi *browning*, baik enzimatis maupun non enzimatis. Proses pemanasan juga berpengaruh terhadap tekstur. Jika proses pemanasan menggunakan suhu tinggi, maka dapat menyebabkan terjadinya *case hardening* yaitu suatu keadaan dimana bagian permukaan bahan sudah mengering sedangkan bagian dalam masih basah. *Case hardening* mengakibatkan bagian permukaan bahan menjadi keras (Muchtadi dan Sugiyono, 2013).

### 2.6.1 Kadar Air

Kadar air menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan. Dalam hal ini terdapat dua metode untuk menentukan kadar air bahan tersebut yaitu berdasarkan bobot basah (*wet basis*) dan berdasarkan bobot kering (*dry basis*). Jika suatu bahan hasil pertanian dinyatakan mempunyai kadar air 20% basis basah, maka berarti dalam 100 gram bahan tersebut terdapat air sebanyak 20 gram air dan bahan kering sebanyak 80 gram. Seandainya dinyatakan dalam sistem bobot kering maka kadar airnya adalah  $(20/80) \times 100$  persen atau sama dengan 25 persen. Di dalam suatu analisis bahan, biasanya kadar air bahan ditentukan berdasarkan bobot kering (Taib *et al.*, 1988).

### 2.6.2 Warna

Pada umumnya bahan pangan yang dikeringkan berubah warnanya menjadi coklat. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh reaksi *browning* non-enzimatik yang paling sering terjadi adalah reaksi asam organik dengan gula pereduksi, dan asam amino dengan gula pereduksi (Winarno *et al.*, 1980:51). Pada metode hunter penilaian terdiri dari 3 parameter yaitu L, a, dan b. Nilai a merupakan ukuran tingkat kemerahan atau kehijauan. Nilai hijau berarti (-) dan merah bernilai (+). Nilai b merupakan ukuran tingkat kekuningan atau kebiruan. Nilai biru berarti (-) dan kuning bernilai (+). Nilai L merupakan ukuran tingkat kecerahan (*lightness*) dengan nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih) (Fardiaz, 1984).

### 2.6.3 Tekstur

Tekstur adalah salah satu aspek penting dari makanan, bahkan dapat lebih penting dari warna dan aroma. Tekstur bahan hasil pertanian memiliki sensasi bermacam-macam. Tekstur pada buah akan berbeda dengan tekstur biskuit, es krim dan margarin. Tekstur makanan 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).

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember pada bulan Juli – September 2018.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bawang putih yang diperoleh Pasar Tanjung, Jember. Bawang putih yang digunakan bermutu baik dan tidak busuk.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven (Memert tipe UNB 400); timbangan digital (Ohaus Pioneer dengan akurasi 0,01 g); *alluminium foil*; *color reader* (Konica CR-10); *texture analyzer* CT3 1500; penjepit dan cawan.

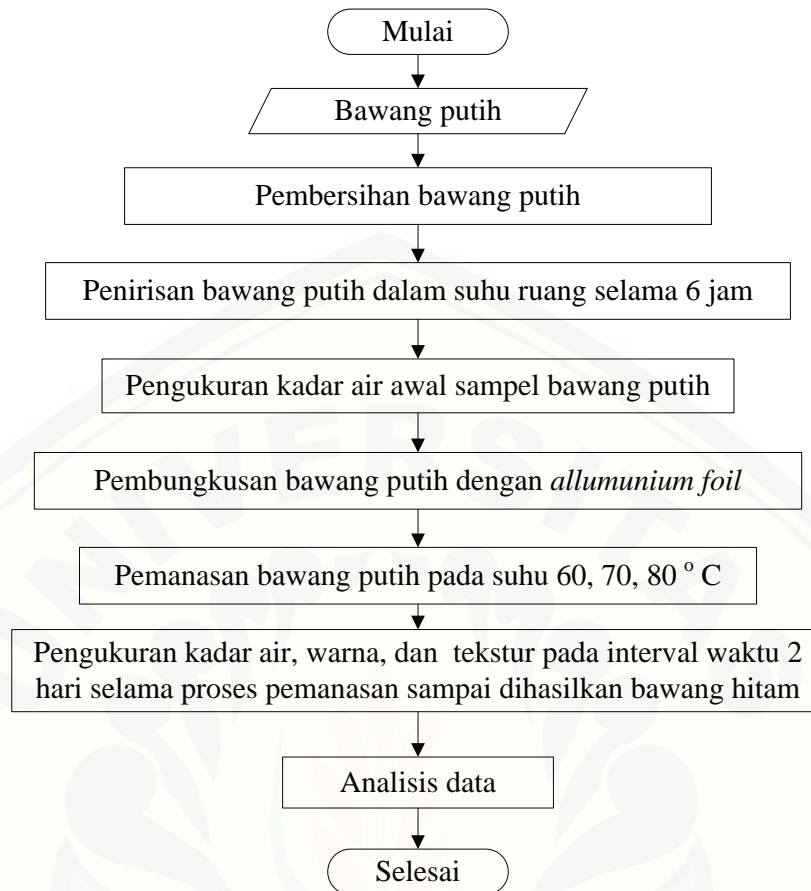
#### 3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mengacu pada diagram alir penelitian seperti pada Gambar 3.1 Jumlah sampel bawang putih yang digunakan pada masing-masing suhu berjumlah 19 buah. Bawang putih yang digunakan memiliki ukuran yang seragam dan dalam kondisi yang baik dengan kulit luar bawang putih yang masih menempel. Bawang putih tidak dalam kondisi busuk atau berjamur pada tiap-tiap siungnya. Bawang putih yang digunakan yaitu kelas mutu super sesuai dengan kelas mutu Badan Standarisasi Nasional 2013 seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kelas mutu bawang putih

Kelas Mutu	Persyaratan
Kelas super	Bebas dari kerusakan
Kelas 1	Kerusakan 10% dari jumlah
Kelas 2	Kerusakan 15% dari jumlah ( termasuk kehilangan maksimum 2 siung dari satu umbi)





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.3.1 Pembersihan Bawang Putih

Pembersihan sampel diawali dengan pengupasan pada kulit luar bawang putih yang rusak hingga menyisakan kulit luar yang masih bagus dan bersih. Pengupasan kulit luar dilakukan menggunakan tangan, setelah bawang putih bersih dari kulit luar yang rusak bawang putih dicuci menggunakan air mengalir untuk membuang kotoran yang mungkin masih menempel pada sampel bawang putih yang akan digunakan.

### 3.3.2 Penirisan Bawang Putih

Penirisan bawang putih bertujuan untuk meniriskan air yang terserap pada sampel bawang putih pada proses pembersihan. Penirisan ini dilakukan dengan menggunakan kain yang diletakkan sebagai alas selanjutnya sampel bawang putih yang sudah dibersihkan diletakkan diatas kain tersebut dan di diamkan pada suhu ruang kurang lebih 6 jam.

### 3.3.3 Pengukuran Kadar Air Awal Sampel Bawang Putih

Pengukuran kadar air awal sampel bawang putih diawali dengan pemanasan cawan pada suhu 105°C selama 1 jam, selanjutnya cawan dimasukkan dalam eksikator selama 30 menit dan ditimbang. Sampel bawang yang digunakan untuk pengukuran kadar air awal dikupas dan ditimbang sejumlah  $\pm 2$  gram kemudian dimasukan pada cawan. Cawan yang telah terisi sampel dipanaskan pada oven dengan suhu 105°C selama 5 jam, selanjutnya dimasukkan dalam eksikator selama 30 menit dan ditimbang. Selanjutnya cawan dan bahan dimasukan lagi kedalam oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang. Tahap ini diulangi hingga dicapai bobot yang konstan.

### 3.3.4 Pembungkusan Bawang Putih dengan *Alluminium Foil*

Bawang putih dibungkus menggunakan *alluminium foil* dengan jumlah 1 lapisan. Bawang putih dibungkus secara rapi hingga tidak terdapat *alluminium foil* yang terlipat atau tertumpuk. *Alluminium foil* yang digunakan dalam pembungkusan bertujuan agar bawang putih mendapatkan panas yang merata selama proses pemanasan.

### 3.3.5 Pemanasan Bawang Putih pada Suhu 60°C, 70°C dan 80°C,

Bawang putih yang sudah dibungkus dengan *alluminium foil* diletakan pada loyang secara rapi, untuk memudahkan pengambilan sampel saat proses pengukuran. Suhu pemanasan oven diatur pada suhu 60°C kemudian loyang yang terisi sampel dimasukan ke dalam oven. Pemanasan bawang putih 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). Tahapan tersebut juga dilakukan untuk suhu 70°C dan 80 °C.

### 3.3.6 Pengukuran Kadar Air, Warna dan Tekstur Bawang Putih

Pengukuran kadar air, warna dan tekstur bawang putih dilakukan setiap 2 hari sekali pada jam yang sama dengan pemasukan sampel pada oven. Pengukuran diawali dengan mengambil salah satu sampel bawang putih dari dalam oven kemudian dimasukan dalam desikator selama 30 menit. Selanjutnya

*aluminium foil* pembungkus sampel dibuka dan dilakukan pengupasan kulit luar bawang putih. Pengukuran diawali dari pengukuran tekstur bawang putih dengan menggunakan *Texture Analyzer* CT3 1500 dilanjutkan dengan pengukuran warna dengan *Color Reader* Konica CR-10. Pengukuran kadar air dilakukan seperti pengukuran kadar air awal.

### 3.3.7 Analisis Data

Data hasil pengukuran diolah menggunakan Microsoft Excel 2010. Selanjutnya data hasil pengolahan dilakukan analisis regresi non-linier berganda dengan menggunakan aplikasi IBM Statistics SPSS 23. Analisis regresi linier berganda menghasilkan model persamaan yang selanjutnya diuji dengan uji validitas. Uji validitas model persamaan dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi atau keakuratan model persamaan terhadap nilai hasil pengamatan.

## 3.4 Rancangan Percobaan

Proses pemanasan bawang putih dimulai dengan menimbang sampel bawang putih menggunakan timbangan digital. Selanjutnya sampel bawang putih dibungkus menggunakan *aluminium foil*. Kemudian memasukan dan menata sampel di dalam oven. Dalam penelitian ini menggunakan perbedaan suhu pemanasan yaitu 60, 70 dan 80° C seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Variabel penelitian

Bahan	Perlakuan	Kode	Variabel Penelitian
Bawang Putih	Suhu Oven 60°C	T1	1. Kadar air
	Suhu Oven 70°C	T2	2. Warna
	Suhu Oven 80°C	T3	3. Tekstur

### 3.4.1 Pengukuran Variabel Pengamatan

#### a. Pengukuran kadar air awal bahan

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode AOAC. Prinsipnya adalah menguapkan molekul air (H<sub>2</sub>O) 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°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°C selama 5 jam lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang (C). Selanjutnya cawan dan bahan dimasukkan lagi kedalam oven dengan suhu 105 °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. Dimasukkan bahan + cawan ke dalam oven dengan suhu 65°C. Dikeluarkan bahan + cawan dari oven dan dimasukkan dalam eksikator hingga suhu konstan. Ditimbang berat bahan + cawan (c) gram dan dihitung penurunan massa. Kemudian lalukan prosedur yang sama untuk suhu 70 dan 80°C. 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

$$m = \frac{W_t - W_d}{W_t} \times 100 \% = \frac{W_m}{W_t} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Sedangkan untuk kadar air basis kering dapat dihitung dengan Persamaan 3.3

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

Keterangan :

M	=	Kadar air basis basah (% bb)
M	=	Kadar air basis kering (% bk)
W <sub>m</sub>	=	Berat air dalam bahan (gram)
W <sub>d</sub>	=	Berat padatan (gram)
W <sub>t</sub>	=	Berat total (gram)

c. Pengukuran perubahan warna selama proses pemanasan

Pengukuran perubahan warna bawang putih selama proses pemanasan menggunakan oven menggunakan *color reader*. Prosedur yang dilakukan yaitu, *color reader* ditembakkan pada kertas putih lalu ditembakkan pada bawang putih yang telah dipanaskan dalam interval tertentu pada tiga titik yang berbeda dan diketahui  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ , dan  $\Delta b$ . Nilai L, a, dan b diperoleh dengan perhitungan menggunakan Persamaan berikut.

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

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

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

Dengan L, a, dan b merupakan nilai bahan yang diukur dan  $L_t$ ,  $a_t$ ,  $b_t$  adalah nilai dari target warna dan dihitung nilai total perubahan warna ( $\Delta E$ ) dengan

Persamaan 3.7

$$(\Delta E) = [(L-L_c)^2 + (a-a_c)^2 + (b-b_c)^2]^{1/2} \dots\dots\dots(3.7)$$

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)
$L_c, a_c, b_c$	=	nilai L, a, dan b pada saat $t = 0$ menit

d. Pengukuran kekuatan fisik bawang putih selama proses pemanasan

Pengukuran kekuatan fisik bawang putih selama proses pemanasan menggunakan *texture analyzer* CT3 1500. Prinsip kerja *texture analyzer* CT3 1500 berbasis kompresi atau memberi tekanan pada sampel yang diukur dengan probe. Sebelum melakukan pengukuran tekstur menyiapkan probe dan meja objek

yang akan digunakan untuk melakukan pengukuran. 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 akurasi), 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*).

### 3.5 Analisis Data

#### a. Pemodelan

Pemodelan yang digunakan memprediksi dinamika perubahan kadar air, warna dan tekstur bawang putih menggunakan analisis regresi non linier berganda. 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 linear berganda merupakan hubungan

dari variabel terikat ( Y ) dengan dua atau lebih variabel bebas ( X ) kuadratik sehingga diperoleh kurva yang membentuk garis lengkung menaik atau menurun. Bentuk persamaan matematis secara umum menurut Steel dan Torrie (1980) adalah :

$$Y = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2^2 + \alpha_3 x_3^3 + \alpha_n x_n^n + b \dots \dots \dots (3.8)$$

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

#### b. Uji validitas

Data yang hasil pengamatan di analisa menggunakan uji validitas. Uji validitas ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara data hasil penelitian dengan data estimasi yang didapat dari suatu model persamaan. Uji validitas dengan menggunakan kriteria *coefficient of determination* (R<sup>2</sup>), *root mean square error* (RSME) dan *meant relative percent error* (P). Persamaan yang memiliki nilai R<sup>2</sup> tinggi dan Root Mean Square Error (RMSE) terkecil berarti tingkat kesalahannya semakin kecil pula (Taruna dan Sutanto, 2013). Nilai *Coefficient of Determination* (R<sup>2</sup>), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Mean Relative Percent Error* (P) dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (M Rest_i - M Robs_i)^2}{\sum_{i=1}^N (M Robs_i - M Robs)^2} \dots \dots \dots (3.9)$$

$$RMSE = \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (M Rest_i - M Robs_i)^2 \right]^{1/2} \dots \dots \dots (3.10)$$

$$P = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|M Rest_i - M Robs_i|}{M Robs_i} \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan:

R<sup>2</sup> = Nilai kesesuaian kurva dibentuk oleh data pengukuran  
 RMSE = Nilai deviasi hasil hitung terhadap data pengukuran  
 P<sup>2</sup> = Besarnya prosentase kesalahan nilai perhitungan model pengeringan dengan nilai data pengukuran  
 MRest,i, MRobs,i = Nilai MR hasil estimasi dan observasi pada saat ke-i  
 N = Jumlah titik pengamatan  
 I = subscript = 1, 2, ....., N

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Kadar air bawang putih selama proses pemanasan mengalami penurunan dari kadar air antara 65.442%-65.588% menjadi sebesar 40.651%-45.171%. Tekstur bawang putih selama proses pemanasan mengalami penurunan dari sebesar 1000.8 N-1099.8 N menjadi 52.4 N-66.7 N. Warna bawang putih selama proses pemanasan mengalami perubahan pada parameter L, a dan b. Pada parameter L menurun dari 75.7-74.6 menjadi 36.7-37.4, pada parameter a berubah dari -0.1-0.3 menjadi -0.6-0.3 dan pada parameter b menurun dari 23.9-25.6 menjadi 4.3-9.1.
2. Suhu pemanasan yang digunakan berpengaruh terhadap waktu pemanasan. Pada suhu 60°C pemanasan berlangsung 24 hari, pada suhu 70°C pemanasan berlangsung 12 hari dan pada suhu 80°C pemanasan berlangsung 6 hari. Suhu pemanasan berbanding terbalik dengan waktu pemanasan. Semakin besar suhu yang digunakan semakin singkat waktu yang dibutuhkan.
3. Model empiris perubahan kadar air, warna dan tekstur selama proses pemanasan diperoleh dari analisis regresi non linier berganda metode *stepwise*. Model persamaan kadar air dan parameter warna L memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi daripada tekstur dan parameter warna a dan b.

### 5.2 Saran

Pada penelitian yang telah dilakukan model persamaan tekstur, parameter warna a dan b bawang putih memiliki nilai uji validitas yang rendah. Oleh karena itu perlu adanya pemodelan dengan metode yang berbeda untuk menghasilkan model persamaan yang lebih sesuai.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Arsa, M. 2016. Proses Pencoklatan (Browning Proses) Pada Bahan Pangan. Denpasar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana
- BSN. 2013. Bawang Putih. [http://www.bimpapah.com/web/uploads/pdf/SNI\\_3160-2013\\_Bawang\\_putih.pdf](http://www.bimpapah.com/web/uploads/pdf/SNI_3160-2013_Bawang_putih.pdf) [25 April 2019]
- deMan, J. M. 1999. *Principles of Food Chemistry Third Edition*. Maryland: Aspen Publishers, Inc.
- Fardiaz, D. 1984. Teknik Analisis Sifat Fungsional Komponen Bahan Pangan. Bogor. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor.
- Horrison dan Judy. 2000. *Preserving Food: Drying Food and Vegetable*. University of Georgia.
- Kang, O. 2016. *Physicochemical Characteristics of Black Garlic after Different Thermal Processing Steps*. Gyeongnam: Department of Food, Nutrition and Biotechnology Kyungnam University.
- Muchtadi, T.R dan Sugiyono. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Muchtadi, T.R dan Sugiyono. 2013. *Prinsip dan Proses Teknologi Pangan*. Bogor: Alfabeta.
- Nugroho, W. K., Lumbanbatu, Juliaty, dan S., Rahayoe. 2009. *Pengaruh Suhu Dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Robusta*.
- Rahmawati, F. Tanpa tahun. *Pengawetan Makanan dan Permasalahannya*. <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132296048/pendidikan/Pengawetan+Makanan+-+Pengawetan+Makanan+dan+Permasalahannya.pdf>. [Diakses 1 Juni 2017]
- Romadani, D. A dan Sumarni. 2017. Penentuan Karakteristik Pengeringan Bawang Putih (*Allium sativum*). Yogyakarta: Jurusan Teknik Kimia Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- Rukmana, R. 1995. *Usaha Tani Bawang Putih*. Yogyakarta : 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.

- Santoso, H.B. 1989. *Bawang Putih*. Yogyakarta : Kanisius.
- Steel, G. D dan J. H., Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Taib, G., 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.
- Untari, I. 2010. *Bawang Putih Sebagai Obat Paling Mujarab Bagi Kesehatan*. Surakarta : AKPER Pku Muhamadiyah Surakarta.
- Winarno, F. G., Fardiaz, S., Fardiaz, D. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Zhang, X., N, Li., X, Lu., P, Liu., and X, Qiao. 2014. *Effects of temperature on the quality of black garlic*. Shandong Agricultural University.

## LAMPIRAN

## Lampiran A. Data Hasil Perhitungan Kadar Air Bahan Selama Pemanasan

## 1. Data hasil perhitungan kadar air bahan pada pemanasan suhu 60°C

t (hari)	m (%bb)			Rata- rata	M (%bk)			Rata- rata
	1	2	3		1	2	3	
0	65.527	65.729	65.510	65.588	190.082	191.788	189.939	190.603
2	63.298	66.003	65.802	65.034	172.467	194.141	192.415	186.341
4	64.190	63.597	63.660	63.816	179.250	174.703	175.182	176.378
6	60.816	59.507	60.803	60.375	155.206	146.958	155.120	152.428
8	56.279	57.047	55.220	56.182	128.722	132.814	123.312	128.283
10	53.498	53.556	52.526	53.193	115.042	115.315	110.640	113.666
12	49.662	50.962	51.165	50.596	98.658	103.922	104.770	102.450
14	48.596	48.457	48.175	48.409	94.538	94.011	92.958	93.836
16	46.247	46.197	46.836	46.427	86.035	85.865	88.097	86.666
18	44.608	44.629	43.976	44.404	80.530	80.601	78.497	79.876
20	44.227	42.833	41.793	42.951	79.298	74.925	71.801	75.341
22	41.841	40.932	42.627	41.800	71.942	69.297	74.299	71.846
24	40.793	40.703	40.458	40.651	68.898	68.643	67.950	68.497

## 2. Data hasil perhitungan kadar air bahan pada pemanasan suhu 70°C

t (hari)	m (%bb)			Rata- rata	M (%bk)			Rata- rata
	1	2	3		1	2	3	
0	66.449	64.938	64.940	65.442	198.056	185.210	185.226	189.497
2	61.907	63.830	62.333	62.690	162.515	176.471	165.486	168.157
4	56.904	57.204	55.989	56.699	132.039	133.666	127.218	130.974
6	51.177	51.640	53.189	52.002	104.822	106.783	113.623	108.409
8	48.102	47.907	47.864	47.958	92.687	91.966	91.806	92.153
10	43.824	44.514	45.872	44.736	78.012	80.225	84.746	80.994
12	41.931	41.495	42.294	41.907	72.210	70.926	73.293	72.143

## 3. Data hasil perhitungan kadar air bahan pada pemanasan suhu 80°C

t (hari)	m (%bb)			Rata- rata	M (%bk)			Rata- rata
	1	2	3		1	2	3	
0	65.426	65.737	65.448	65.537	189.239	191.856	189.418	190.171
2	56.311	55.945	57.143	56.466	128.889	126.991	133.333	129.738
4	50.801	49.433	50.877	50.370	103.255	97.757	103.571	101.528
6	45.236	45.012	45.266	45.171	82.601	81.858	82.701	82.387

## 4. Data hasil perhitungan laju perubahan kadar air pada pemanasan suhu 60°C

t (hari)	M (%bk)	dM (%bk)	dt (hari)	dM/dt (%bk/hari)
0	190.603	0.000	0	0.000
2	186.341	4.262	2	2.131
4	176.378	9.963	2	4.981
6	152.428	23.950	2	11.975
8	128.283	24.145	2	12.073
10	113.666	14.617	2	7.308
12	102.450	11.216	2	5.608
14	93.836	8.614	2	4.307
16	86.666	7.170	2	3.585
18	79.876	6.790	2	3.395
20	75.341	4.535	2	2.267
22	71.846	3.495	2	1.748
24	68.497	3.350	2	1.675

## 5. Data hasil perhitungan laju perubahan kadar air pada pemanasan suhu 70°C

t (hari)	M (%bk)	dM (%bk)	dt (hari)	dM/dt (%bk/hari)
0	189.497	0.000	0	0.000
2	168.157	22.583	2	10.670
4	130.974	44.460	2	18.591
6	108.409	22.565	2	11.282
8	92.153	16.256	2	8.128
10	80.994	11.159	2	5.579
12	72.143	8.852	2	4.426

6. Data hasil perhitungan laju perubahan kadar air pada pemanasan suhu 80°C

<b>t (hari)</b>	<b>M (%bk)</b>	<b>dM (%bk)</b>	<b>dt (hari)</b>	<b>dM/dt (%bk/hari)</b>
0	190.171	0.000	0	0.000
2	129.738	60.433	2	30.217
4	101.528	28.210	2	14.105
6	82.387	19.141	2	9.571

### Lampiran B. Data Hasil Perhitungan Tekstur Bahan Selama Pemanasan

1. Data hasil perhitungan tekstur bahan pada pemanasan suhu 60°C

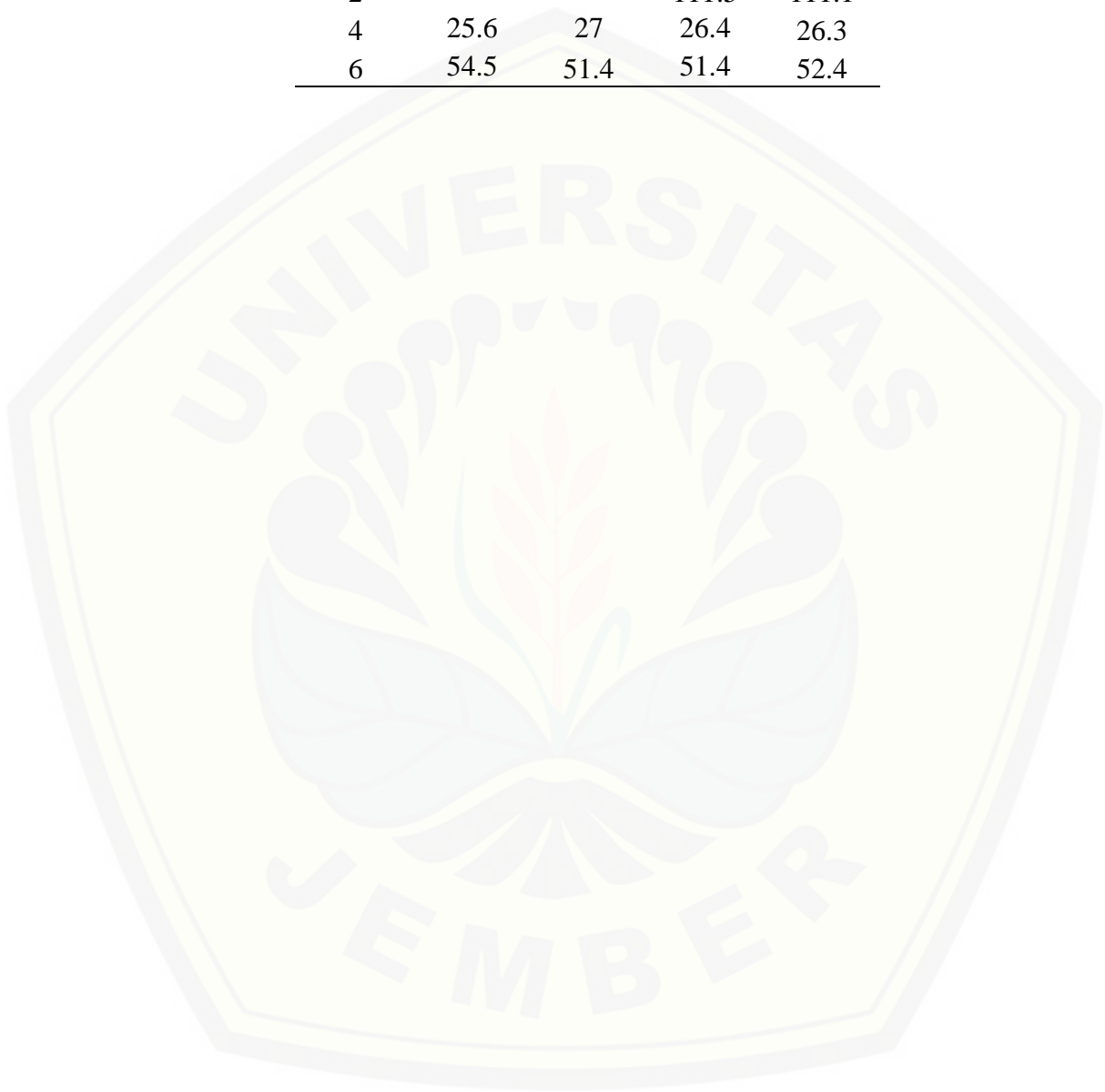
<b>t (hari)</b>	<b>H (N)</b>			<b>Rata-rata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
0	1110.4	1096.2	1093	1099.8
2	287.2	294.2	340.6	307.3
4	278.2	272.4	272.2	274.3
6	212.2	185	254	217.1
8	147.4	161.8	153	154.1
10	132.2	145	118.4	131.9
12	106.2	105.4	108	106.5
14	93.4	95.8	99.6	96.3
16	80.2	65	84	76.4
18	53.2	42.2	62.2	52.5
20	35.2	39.6	37.8	37.5
22	51.4	53.4	48.4	51.1
24	61.8	62.8	59.8	61.5

2. Data hasil perhitungan tekstur bahan pada pemanasan suhu 70°C

<b>t (hari)</b>	<b>H (N)</b>			<b>Rata-rata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
0	1007.2	999.3	996	1000.8
2	158.9	167.3	144.9	157.0
4	81.7	99.3	94.5	91.8
6	46.6	47.2	57.2	50.3
8	32.2	31.4	31.6	31.7
10	53	51	52.8	52.3
12	69.2	65.4	65.4	66.7

## 3. Data hasil perhitungan tekstur bahan pada pemanasan suhu 80°C

t (hari)	H (N)			Rata-rata
	1	2	3	
0	1024.6	1058.3	1049.4	1044.1
2	115.2	106.7	111.5	111.1
4	25.6	27	26.4	26.3
6	54.5	51.4	51.4	52.4



**Lampiran C. Data Hasil Perhitungan Warna Bahan Selama Pemanasan**1. Data hasil perhitungan warna L, a, b dan  $\Delta E$  bahan pada pemanasan suhu 60°C

t (hari)	L					a					b					$\Delta E$				
	1	2	3	Rata-rata	STDEV	1	2	3	Rata-rata	STDEV	1	2	3	Rata-rata	STDEV	1	2	3	Rata-rata	STDEV
0	74.5	75.1	74.1	74.6	0.5	0.2	0.3	0.3	0.27	0.06	26.3	25.2	25.2	25.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	64.7	62.5	61.3	62.8	1.7	3.6	3.4	4.8	3.93	0.76	27.7	26.9	27.1	27.2	0.4	10.5	13.1	13.7	12.4	1.7
4	61.6	58.8	58.5	59.6	1.7	6.8	7.1	6.6	6.83	0.25	25.5	25.2	25.1	25.3	0.2	14.5	17.7	16.8	16.3	1.6
6	55.9	58.7	57.2	57.3	1.4	9.1	8.6	7.7	8.47	0.71	23.1	22.9	23.5	23.2	0.3	20.9	18.5	18.5	19.3	1.4
8	54.1	54.6	54.7	54.5	0.3	8.2	8.7	8.8	8.57	0.32	21.7	20.2	21.9	21.3	0.9	22.4	22.7	21.4	22.2	0.7
10	52.5	52.3	51.1	52.0	0.8	7.8	8.0	8.7	8.17	0.47	19.5	19.9	17.8	19.1	1.1	24.2	24.6	25.6	24.8	0.7
12	50.9	50	48.1	49.7	1.4	7.7	6.9	7.1	7.23	0.42	17.6	15.4	16.6	16.5	1.1	26.2	27.7	28.2	27.4	1.0
14	46.8	47.4	47	47.1	0.3	7.2	6.1	6.1	6.47	0.64	15.2	14.0	13.5	14.2	0.9	30.7	30.4	30.1	30.4	0.3
16	44.6	44.6	44.7	44.6	0.1	4.8	4.7	5.3	4.93	0.32	11.5	13.0	12.5	12.3	0.8	33.7	33.1	32.4	33.1	0.6
18	41.8	42.2	43	42.3	0.6	3.6	3.8	3.5	3.63	0.15	10.0	9.9	10.5	10.1	0.3	36.7	36.5	34.5	35.9	1.2
20	40.9	41.2	39.8	40.6	0.7	2.4	2.3	2.6	2.43	0.15	7.9	8.5	7.1	7.8	0.7	38.4	37.8	38.9	38.4	0.5
22	39.7	39.7	37	38.8	1.6	1.1	1.4	1.4	1.30	0.17	6.1	6.7	6.3	6.4	0.3	40.2	40.0	41.7	40.6	0.9
24	37.5	36.6	37.7	37.3	0.6	0.4	- 0.2	0.0	0.07	0.31	5.4	3.1	4.3	4.3	1.2	42.5	44.4	42.0	43.0	1.3

2. Data hasil perhitungan warna L, a, b dan  $\Delta E$  bahan pada pemanasan suhu 70°C

t (hari)	L			Rata- rata	STDEV	a			Rata- rata	STDEV	b			Rata- rata	STDEV	$\Delta E$			Rata- rata	STDEV
	1	2	3			1	2	3			1	2	3			1	2	3		
0	74.8	73.9	75.1	74.6	0.6	0.1	0.0	0.1	0.00	0.10	25.5	23.9	24.6	24.7	0.8	0	0	0	0.0	0.0
2	58.9	58.9	58.9	58.9	0.0	4.1	4.1	4.0	4.07	0.06	25.5	25.7	23.8	25.0	1.0	16.4	15.7	16.7	16.3	0.6
4	52.3	55.1	52.7	53.4	1.5	6.1	6.2	5.5	5.93	0.38	17.8	19.7	18.4	18.6	1.0	24.5	20.2	23.9	22.9	2.3
6	47.9	48.1	47.2	47.7	0.5	6.8	5.7	6.9	6.47	0.67	14.4	13.4	13.5	13.8	0.6	29.9	28.4	30.8	29.7	1.2
8	42.4	44.2	43.6	43.4	0.9	4.5	3.9	4.0	4.13	0.32	10.0	9.1	9.2	9.4	0.5	36.2	33.4	35.3	35.0	1.4
10	39.5	39.7	39.7	39.6	0.1	2.2	1.9	2.3	2.13	0.21	6.0	7.0	7.6	6.9	0.8	40.4	38.2	39.3	39.3	1.1
12	37.1	37.5	37.5	37.4	0.2	0.3	0.5	0.2	0.33	0.15	5.1	5.0	5.3	5.1	0.2	42.9	41.0	42.3	42.0	0.9

3. Data hasil perhitungan warna L, a, b dan  $\Delta E$  bahan pada pemanasan suhu 80°C

t (hari)	L			Rata- rata	STDEV	a			Rata- rata	STDEV	b			Rata- rata	STDEV	$\Delta E$			Rata- rata	STDEV
	1	2	3			1	2	3			1	2	3			1	2	3		
0	75.7	75.8	75.6	75.7	0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	0.06	24.4	23.5	23.9	23.9	0.5	0	0	0	0.0	0.0
2	57.4	55.8	56.9	56.7	0.8	4.2	4.7	5.0	4.6	0.40	17.3	17.4	17.4	17.4	0.1	20.1	21.5	20.4	20.7	0.7
4	39.9	40	39.9	39.9	0.1	0.5	0.6	0.5	0.5	0.06	10.8	10.4	10.5	10.6	0.2	38.3	38.1	38.1	38.2	0.1
6	36.6	36.5	36.9	36.7	0.2	-1.0	0.1	-1.0	-0.6	0.64	8.8	9.3	9.1	9.1	0.3	42.1	41.8	41.4	41.8	0.3



**Lampiran D. Data Analisis Regresi Non Linier Berganda Variabel Bebas Dan Variabel Terikat**

1. Data analisis regresi linier variabel bebas dan variabel terikat (kadar air)

t (hari)	Variabel Bebas												Variabel Terikat	
	1/t	t <sup>2</sup>	1/t <sup>2</sup>	t <sup>4</sup>	T <sup>2</sup>	T <sup>3</sup>	T <sup>4</sup>	t/T	t/T <sup>4</sup>	t <sup>2</sup> /T <sup>2</sup>	t <sup>2</sup> /T <sup>4</sup>	T/t	T <sup>4</sup> /t	m (%)
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	3600	216000	12960000	0.000000	0	0.000000	0	#DIV/0!	#DIV/0!	65.588
2	0.5000	4	0.25000	16	3600	216000	12960000	0.033333	1.54321E-07	0.001111	3.08642E-07	30.0000	6480000.0	65.034
4	0.2500	16	0.06250	256	3600	216000	12960000	0.066667	3.08642E-07	0.004444	1.23457E-06	15.0000	3240000.0	63.816
6	0.1667	36	0.02778	1296	3600	216000	12960000	0.100000	4.62963E-07	0.010000	2.77778E-06	10.0000	2160000.0	60.375
8	0.1250	64	0.01563	4096	3600	216000	12960000	0.133333	6.17284E-07	0.017778	4.93827E-06	7.5000	1620000.0	56.182
10	0.1000	100	0.01000	10000	3600	216000	12960000	0.166667	7.71605E-07	0.027778	7.71605E-06	6.0000	1296000.0	53.193
12	0.0833	144	0.00694	20736	3600	216000	12960000	0.200000	9.25926E-07	0.040000	1.11111E-05	5.0000	1080000.0	50.596
14	0.0714	196	0.00510	38416	3600	216000	12960000	0.233333	1.08025E-06	0.054444	1.51235E-05	4.2857	925714.3	48.409
16	0.0625	256	0.00391	65536	3600	216000	12960000	0.266667	1.23457E-06	0.071111	1.97531E-05	3.7500	810000.0	46.427
18	0.0556	324	0.00309	104976	3600	216000	12960000	0.300000	1.38889E-06	0.090000	0.000025	3.3333	720000.0	44.404
20	0.0500	400	0.00250	160000	3600	216000	12960000	0.333333	1.54321E-06	0.111111	3.08642E-05	3.0000	648000.0	42.951
22	0.0455	484	0.00207	234256	3600	216000	12960000	0.366667	1.69753E-06	0.134444	3.73457E-05	2.7273	589090.9	41.800
24	0.0417	576	0.00174	331776	3600	216000	12960000	0.400000	1.85185E-06	0.160000	4.44444E-05	2.5000	540000.0	40.651
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	4900	343000	24010000	0.000000	0	0.000000	0	#DIV/0!	#DIV/0!	65.442
2	0.5000	4	0.25000	16	4900	343000	24010000	0.028571	8.32986E-08	0.000816	1.66597E-07	35.0000	12005000.0	62.690
4	0.2500	16	0.06250	256	4900	343000	24010000	0.057143	1.66597E-07	0.003265	6.66389E-07	17.5000	6002500.0	56.699
6	0.1667	36	0.02778	1296	4900	343000	24010000	0.085714	2.49896E-07	0.007347	1.49938E-06	11.6667	4001666.7	52.002
8	0.1250	64	0.01563	4096	4900	343000	24010000	0.114286	3.33195E-07	0.013061	2.66556E-06	8.7500	3001250.0	47.958
10	0.1000	100	0.01000	10000	4900	343000	24010000	0.142857	4.16493E-07	0.020408	4.16493E-06	7.0000	2401000.0	44.736
12	0.0833	144	0.00694	20736	4900	343000	24010000	0.171429	4.99792E-07	0.029388	5.9975E-06	5.8333	2000833.3	41.907

0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	6400	512000	40960000	0.000000	0	0.000000	0	#DIV/0!	#DIV/0!	65.537
2	0.5000	4	0.25000	16	6400	512000	40960000	0.025000	4.88281E-08	0.000625	9.76563E-08	40.0000	20480000.0	56.466
4	0.2500	16	0.06250	256	6400	512000	40960000	0.050000	9.76563E-08	0.002500	3.90625E-07	20.0000	10240000.0	50.370
6	0.1667	36	0.02778	1296	6400	512000	40960000	0.075000	1.46484E-07	0.005625	8.78906E-07	13.3333	6826666.7	45.171

2. Data analisis regresi linier variabel bebas dan variabel terikat (tekstur)

t (hari)	Variabel Bebas											Variabel Terikat		
	1/t	t <sup>2</sup>	1/t <sup>2</sup>	t <sup>4</sup>	T <sup>2</sup>	T <sup>3</sup>	T <sup>4</sup>	t/T	t/T <sup>4</sup>	t <sup>2</sup> /T <sup>2</sup>	t <sup>2</sup> /T <sup>4</sup>	T/t	T <sup>4</sup> /t	H (N)
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	3600	216000	12960000	0.000000	0	0.000000	0	#DIV/0!	#DIV/0!	1099.8
2	0.5000	4	0.25000	16	3600	216000	12960000	0.033333	1.54321E-07	0.001111	3.08642E-07	30.0000	6480000.0	307.3
4	0.2500	16	0.06250	256	3600	216000	12960000	0.066667	3.08642E-07	0.004444	1.23457E-06	15.0000	3240000.0	274.3
6	0.1667	36	0.02778	1296	3600	216000	12960000	0.100000	4.62963E-07	0.010000	2.77778E-06	10.0000	2160000.0	217.1
8	0.1250	64	0.01563	4096	3600	216000	12960000	0.133333	6.17284E-07	0.017778	4.93827E-06	7.5000	1620000.0	154.1
10	0.1000	100	0.01000	10000	3600	216000	12960000	0.166667	7.71605E-07	0.027778	7.71605E-06	6.0000	1296000.0	131.9
12	0.0833	144	0.00694	20736	3600	216000	12960000	0.200000	9.25926E-07	0.040000	1.11111E-05	5.0000	1080000.0	106.5
14	0.0714	196	0.00510	38416	3600	216000	12960000	0.233333	1.08025E-06	0.054444	1.51235E-05	4.2857	925714.3	96.3
16	0.0625	256	0.00391	65536	3600	216000	12960000	0.266667	1.23457E-06	0.071111	1.97531E-05	3.7500	810000.0	76.4
18	0.0556	324	0.00309	104976	3600	216000	12960000	0.300000	1.38889E-06	0.090000	0.000025	3.3333	720000.0	52.5
20	0.0500	400	0.00250	160000	3600	216000	12960000	0.333333	1.54321E-06	0.111111	3.08642E-05	3.0000	648000.0	37.5
22	0.0455	484	0.00207	234256	3600	216000	12960000	0.366667	1.69753E-06	0.134444	3.73457E-05	2.7273	589090.9	51.1
24	0.0417	576	0.00174	331776	3600	216000	12960000	0.400000	1.85185E-06	0.160000	4.44444E-05	2.5000	540000.0	61.5
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	4900	343000	24010000	0.000000	0	0.000000	0	#DIV/0!	#DIV/0!	1000.8
2	0.5000	4	0.25000	16	4900	343000	24010000	0.028571	8.32986E-08	0.000816	1.66597E-07	35.0000	12005000.0	157.0
4	0.2500	16	0.06250	256	4900	343000	24010000	0.057143	1.66597E-07	0.003265	6.66389E-07	17.5000	6002500.0	91.8

6	0.1667	36	0.02778	1296	4900	343000	24010000	0.085714	2.49896E-07	0.007347	1.49938E-06	11.6667	4001666.7	50.3
8	0.1250	64	0.01563	4096	4900	343000	24010000	0.114286	3.33195E-07	0.013061	2.66556E-06	8.7500	3001250.0	31.7
10	0.1000	100	0.01000	10000	4900	343000	24010000	0.142857	4.16493E-07	0.020408	4.16493E-06	7.0000	2401000.0	52.3
12	0.0833	144	0.00694	20736	4900	343000	24010000	0.171429	4.99792E-07	0.029388	5.9975E-06	5.8333	2000833.3	66.7
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	6400	512000	40960000	0.000000	0	0.000000	0	#DIV/0!	#DIV/0!	1044.1
2	0.5000	4	0.25000	16	6400	512000	40960000	0.025000	4.88281E-08	0.000625	9.76563E-08	40.0000	20480000.0	111.1
4	0.2500	16	0.06250	256	6400	512000	40960000	0.050000	9.76563E-08	0.002500	3.90625E-07	20.0000	10240000.0	26.3
6	0.1667	36	0.02778	1296	6400	512000	40960000	0.075000	1.46484E-07	0.005625	8.78906E-07	13.3333	6826666.7	52.4

3. Data analisis regresi linier variabel bebas dan variabel terikat (warna)

t (hari)	Variabel Bebas											Variabel Terikat				
	1/t	t <sup>2</sup>	1/t <sup>2</sup>	t <sup>4</sup>	T <sup>2</sup>	T <sup>3</sup>	T <sup>4</sup>	t/T	t/T <sup>4</sup>	t <sup>2</sup> /T <sup>2</sup>	t <sup>2</sup> /T <sup>4</sup>	T/t	T <sup>4</sup> /t	L	a	b
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	3600	216000	12960000	0.000000	0	0.000000	0	#DIV/0!	#DIV/0!	74.6	0.3	25.6
2	0.5000	4	0.25000	16	3600	216000	12960000	0.033333	1.54321E-07	0.001111	3.08642E-07	30.0000	6480000.0	62.8	3.9	27.2
4	0.2500	16	0.06250	256	3600	216000	12960000	0.066667	3.08642E-07	0.004444	1.23457E-06	15.0000	3240000.0	59.6	6.8	25.3
6	0.1667	36	0.02778	1296	3600	216000	12960000	0.100000	4.62963E-07	0.010000	2.77778E-06	10.0000	2160000.0	57.3	8.5	23.2
8	0.1250	64	0.01563	4096	3600	216000	12960000	0.133333	6.17284E-07	0.017778	4.93827E-06	7.5000	1620000.0	54.5	8.6	21.3
10	0.1000	100	0.01000	10000	3600	216000	12960000	0.166667	7.71605E-07	0.027778	7.71605E-06	6.0000	1296000.0	52.0	8.2	19.1
12	0.0833	144	0.00694	20736	3600	216000	12960000	0.200000	9.25926E-07	0.040000	1.11111E-05	5.0000	1080000.0	49.7	7.2	16.5
14	0.0714	196	0.00510	38416	3600	216000	12960000	0.233333	1.08025E-06	0.054444	1.51235E-05	4.2857	925714.3	47.1	6.5	14.2
16	0.0625	256	0.00391	65536	3600	216000	12960000	0.266667	1.23457E-06	0.071111	1.97531E-05	3.7500	810000.0	44.6	4.9	12.3
18	0.0556	324	0.00309	104976	3600	216000	12960000	0.300000	1.38889E-06	0.090000	0.000025	3.3333	720000.0	42.3	3.6	10.1
20	0.0500	400	0.00250	160000	3600	216000	12960000	0.333333	1.54321E-06	0.111111	3.08642E-05	3.0000	648000.0	40.6	2.4	7.8
22	0.0455	484	0.00207	234256	3600	216000	12960000	0.366667	1.69753E-06	0.134444	3.73457E-05	2.7273	589090.9	38.8	1.3	6.4

24	0.0417	576	0.00174	331776	3600	216000	12960000	0.400000	1.85185E-06	0.160000	4.44444E-05	2.5000	540000.0	37.3	0.1	4.3
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	4900	343000	24010000	0.000000	0	0.000000	0	#DIV/0!	#DIV/0!	74.6	0.0	24.7
2	0.5000	4	0.25000	16	4900	343000	24010000	0.028571	8.32986E-08	0.000816	1.66597E-07	35.0000	12005000.0	58.9	4.1	25.0
4	0.2500	16	0.06250	256	4900	343000	24010000	0.057143	1.66597E-07	0.003265	6.66389E-07	17.5000	6002500.0	53.4	5.9	18.6
6	0.1667	36	0.02778	1296	4900	343000	24010000	0.085714	2.49896E-07	0.007347	1.49938E-06	11.6667	4001666.7	47.7	6.5	13.8
8	0.1250	64	0.01563	4096	4900	343000	24010000	0.114286	3.33195E-07	0.013061	2.66556E-06	8.7500	3001250.0	43.4	4.1	9.4
10	0.1000	100	0.01000	10000	4900	343000	24010000	0.142857	4.16493E-07	0.020408	4.16493E-06	7.0000	2401000.0	39.6	2.1	6.9
12	0.0833	144	0.00694	20736	4900	343000	24010000	0.171429	4.99792E-07	0.029388	5.9975E-06	5.8333	2000833.3	37.4	0.3	5.1
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	6400	512000	40960000	0.000000	0	0.000000	0	#DIV/0!	#DIV/0!	75.7	-0.1	23.9
2	0.5000	4	0.25000	16	6400	512000	40960000	0.025000	4.88281E-08	0.000625	9.76563E-08	40.0000	20480000.0	56.7	4.6	17.4
4	0.2500	16	0.06250	256	6400	512000	40960000	0.050000	9.76563E-08	0.002500	3.90625E-07	20.0000	10240000.0	39.9	0.5	10.6
6	0.1667	36	0.02778	1296	6400	512000	40960000	0.075000	1.46484E-07	0.005625	8.78906E-07	13.3333	6826666.7	36.7	-0.6	9.1

**Lampiran E. Data Uji Validitas Model**

## 1. Data perhitungan uji validitas model persamaan kadar air suhu 60

<b>Hobs</b>	<b>Hest</b>	<b>(Hest-Hobs)<sup>2</sup></b>	<b>(Hobs-rerataHobs)<sup>2</sup></b>	<b> Hest-Hobs /Hobs</b>
65.588	65.588	0.00000	177.54945	0.00000
65.034	65.913	0.77158	163.08923	0.01351
63.816	63.285	0.28142	133.44940	0.00831
60.375	59.840	0.28703	65.79856	0.00887
56.182	56.542	0.12997	15.35250	0.00642
53.193	53.513	0.10218	0.86405	0.00601
50.596	50.780	0.03390	2.78049	0.00364
48.409	48.355	0.00296	14.85638	0.00112
46.427	46.241	0.03462	34.07064	0.00401
44.404	44.440	0.00124	61.76797	0.00079
42.951	42.953	0.00000	86.72861	0.00005
41.800	41.781	0.00035	109.48474	0.00045
40.651	40.925	0.07491	134.84733	0.00673
<b>N</b>	<b>=</b>	<b>13</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>=</b>	<b>0.998</b>		
<b>RMSE</b>	<b>=</b>	<b>0.4</b>		
<b>P (%)</b>	<b>=</b>	<b>0.461</b>		

## 2. Data perhitungan uji validitas model persamaan kadar air suhu 70

<b>Hobs</b>	<b>Hest</b>	<b>(Hest-Hobs)<sup>2</sup></b>	<b>(Hobs-rerataHobs)<sup>2</sup></b>	<b> Hest-Hobs /Hobs</b>
65.442	65.442	0.00000	153.26944	0.00000
62.690	61.560	1.27534	92.69111	0.01801
56.699	57.064	0.13325	13.22780	0.00644
52.002	52.241	0.05713	1.12377	0.00460
47.958	48.058	0.00994	26.05132	0.00208
44.736	44.633	0.01064	69.31437	0.00231
41.907	41.997	0.00819	124.43793	0.00216
<b>N</b>	<b>=</b>	<b>7</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>=</b>	<b>0.997</b>		
<b>RMSE</b>	<b>=</b>	<b>0.5</b>		
<b>P (%)</b>	<b>=</b>	<b>0.508</b>		

## 3. Data perhitungan uji validitas model persamaan kadar air suhu 80

Hobs	Hest	(Hest-Hobs) <sup>2</sup>	(Hobs-rerataHobs) <sup>2</sup>	Hest-Hobs /Hobs
65.537	65.537	0.00000	124.33991	0.00000
56.466	56.709	0.05907	4.32695	0.00430
50.370	50.737	0.13456	16.12762	0.00728
45.171	44.757	0.17165	84.91610	0.00917
<b>N</b>	=	<b>4</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.998</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>0.3</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>0.519</b>		

## 4. Data perhitungan uji validitas model persamaan tekstur suhu 60

Hobs	Hest	(Hest-Hobs) <sup>2</sup>	(Hobs-rerataHobs) <sup>2</sup>	Hest-Hobs /Hobs
1099.8	1099.8	0.00000	800556.91456	0.00000
307.3	371.2	4078.06980	10452.70302	0.20779
274.3	205.5	4727.88488	4784.73721	0.25070
217.1	150.3	4460.67702	143.32387	0.30769
154.1	122.7	986.12590	2603.87772	0.20383
131.9	106.1	664.15715	5362.37003	0.19543
106.5	95.0	131.87422	9714.37686	0.10779
96.3	87.2	82.93372	11843.57823	0.09460
76.4	81.2	23.44993	16562.37003	0.06338
52.5	76.6	581.13727	23275.02302	0.45889
37.5	73.0	1254.92189	28076.86917	0.94382
51.1	69.9	356.41927	23724.68798	0.36969
61.5	67.4	35.62508	20629.06131	0.09710
<b>N</b>	=	<b>13</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.982</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>36.6</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>25.390</b>		

## 5. Data perhitungan uji validitas model persamaan tekstur suhu 70

<b>Hobs</b>	<b>Hest</b>	<b>(Hest-Hobs)<sup>2</sup></b>	<b>(Hobs-rerataHobs)<sup>2</sup></b>	<b> Hest-Hobs /Hobs</b>
1000.8	1000.8	0.00000	629785.84390	0.00000
157.0	141.5	240.93973	2520.99628	0.09885
91.8	90.7	1.36255	13319.35819	0.01271
50.3	73.7	546.82860	24620.59866	0.46459
31.7	65.2	1122.93295	30803.59295	1.05599
52.3	60.2	62.28924	24017.61961	0.15100
66.7	56.8	97.95688	19761.66533	0.14846
<b>N</b>	=	<b>7</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.997</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>17.2</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>27.594</b>		

## 6. Data perhitungan uji validitas model persamaan tekstur suhu 80

<b>Hobs</b>	<b>Hest</b>	<b>(Hest-Hobs)<sup>2</sup></b>	<b>(Hobs-rerataHobs)<sup>2</sup></b>	<b> Hest-Hobs /Hobs</b>
1044.1	1044.1	0.00000	541107.36000	0.00000
111.1	90.4	431.40259	38953.60111	0.18689
26.3	65.1	1502.23812	79618.02778	1.47185
52.4	56.7	17.93551	65570.13778	0.08077
<b>N</b>	=	<b>4</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.997</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>22.1</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>43.488</b>		

## 7. Data perhitungan uji validitas model persamaan nilai L suhu 60

Hobs	Hest	(Hest-Hobs) <sup>2</sup>	(Hobs-rerataHobs) <sup>2</sup>	Hest-Hobs /Hobs
74.6	74.6	0.00000	562.17626	0.00000
62.8	62.8	0.00307	143.44669	0.00088
59.6	60.1	0.25037	77.03438	0.00839
57.3	57.3	0.00177	41.09139	0.00073
54.5	54.5	0.00633	13.03395	0.00146
52.0	51.9	0.00517	1.23267	0.00138
49.7	49.4	0.08759	1.41549	0.00596
47.1	47.0	0.00735	14.36216	0.00182
44.6	44.7	0.00913	38.72669	0.00214
42.3	42.6	0.08019	72.64284	0.00669
40.6	40.6	0.00014	104.51130	0.00029
38.8	38.8	0.00023	145.35703	0.00039
37.3	37.1	0.01946	184.68113	0.00374
<b>N</b>	=	<b>13</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.999</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>0.2</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>0.261</b>		

## 8. Data perhitungan uji validitas model persamaan nilai L suhu 70

Hobs	Hest	(Hest-Hobs) <sup>2</sup>	(Hobs-rerataHobs) <sup>2</sup>	Hest-Hobs /Hobs
74.6	74.6	0.00000	570.52735	0.00000
58.9	59.2	0.07628	67.00592	0.00469
53.4	52.0	1.99321	7.03512	0.02645
47.7	47.5	0.06827	8.88608	0.00547
43.4	43.7	0.11020	53.49878	0.00765
39.6	40.3	0.49301	122.78751	0.01772
37.4	37.1	0.04715	178.15893	0.00581
<b>N</b>	=	<b>7</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.997</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>0.6</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>0.968</b>		



## 9. Data perhitungan uji validitas model persamaan nilai L suhu 80

Hobs	Hest	(Hest-Hobs) <sup>2</sup>	(Hobs-rerataHobs) <sup>2</sup>	Hest-Hobs /Hobs
75.7	75.7	0.00000	549.90250	0.00000
56.7	56.2	0.21963	19.80250	0.00827
39.9	42.1	4.66389	151.70028	0.05408
36.7	35.2	2.03452	242.84028	0.03890
<b>N</b>	=	<b>4</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.993</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>1.3</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>2.531</b>		

## 10. Data perhitungan uji validitas model persamaan nilai a suhu 60

Hobs	Hest	(Hest-Hobs) <sup>2</sup>	(Hobs-rerataHobs) <sup>2</sup>	Hest-Hobs /Hobs
0.3	0.3	0.00000	20.48143	0.00000
3.9	5.2	1.61426	0.73784	0.32302
6.8	7.0	0.02079	4.16579	0.02110
8.5	8.1	0.17048	13.50091	0.04877
8.6	8.5	0.00771	14.24579	0.01025
8.2	8.3	0.02278	11.38630	0.01848
7.2	7.7	0.17634	5.95861	0.05805
6.5	6.6	0.01465	2.80348	0.01872
4.9	5.2	0.09482	0.01989	0.06242
3.6	3.8	0.01426	1.34322	0.03287
2.4	2.3	0.02364	5.56476	0.06319
1.3	1.0	0.09148	12.19621	0.23266
0.1	0.1	0.00118	22.33168	0.51625
<b>N</b>	=	<b>13</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.980</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>0.4</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>10.814</b>		

## 11. Data perhitungan uji validitas model persamaan nilai a suhu 70

<b>Hobs</b>	<b>Hest</b>	<b>(Hest-Hobs)<sup>2</sup></b>	<b>(Hobs-rerataHobs)<sup>2</sup></b>	<b> Hest-Hobs /Hobs</b>
0.0	0.0	0.00000	10.85859	0.00000
4.1	3.9	0.03307	0.59510	0.04472
5.9	4.3	2.54051	6.95955	0.26863
6.5	4.1	5.61711	10.05796	0.36650
4.1	3.2	0.86615	0.70240	0.22516
2.1	1.7	0.16892	1.35002	0.19265
0.3	-0.3	0.35327	8.77288	1.78309
<b>N</b>	=	<b>7</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.756</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>1.2</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>41.154</b>		

## 12. Data perhitungan uji validitas model persamaan nilai a suhu 80

<b>Hobs</b>	<b>Hest</b>	<b>(Hest-Hobs)<sup>2</sup></b>	<b>(Hobs-rerataHobs)<sup>2</sup></b>	<b> Hest-Hobs /Hobs</b>
-0.1	-0.1	0.00000	1.52111	0.00000
4.6	3.2	1.92852	12.48444	0.29972
0.5	3.1	6.37921	0.32111	4.73571
-0.6	2.2	7.89254	3.00444	-4.43584
<b>N</b>	=	<b>4</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.065</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>2.0</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>14.990</b>		

## 13. Data perhitungan uji validitas model persamaan nilai b suhu 60

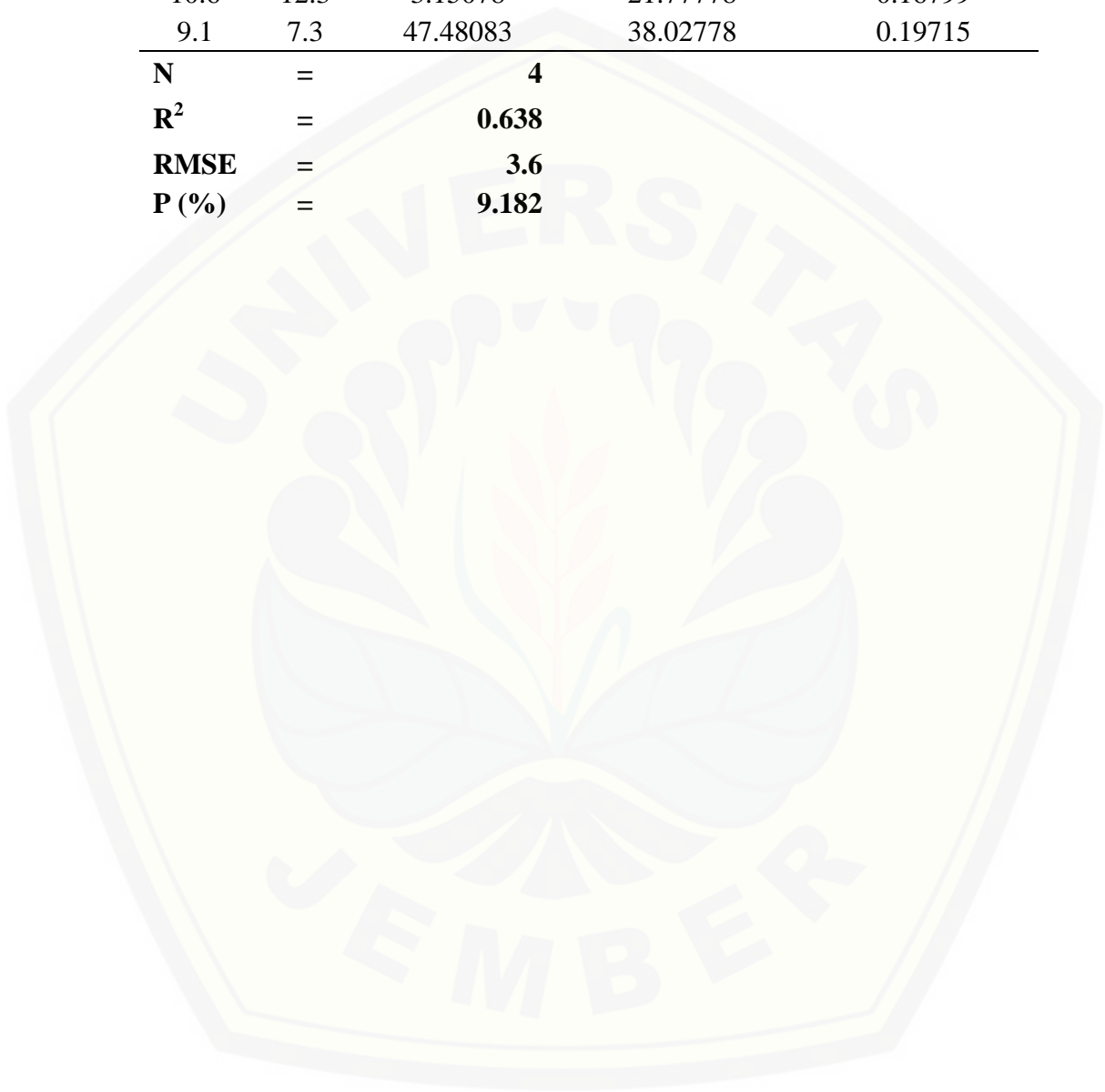
Hobs	Hest	(Hest-Hobs) <sup>2</sup>	(Hobs-rerataHobs) <sup>2</sup>	Hest-Hobs /Hobs
25.6	25.6	0.00000	83.93379	0.00000
27.2	27.4	0.01831	117.25003	0.00497
25.3	25.2	0.00103	78.52686	0.00127
23.2	23.1	0.00437	45.71840	0.00285
21.3	21.0	0.09007	23.63456	0.01411
19.1	18.8	0.05483	7.08379	0.01228
16.5	16.7	0.02727	0.01644	0.00999
14.2	14.6	0.10964	4.71669	0.02326
12.3	12.4	0.00942	16.57951	0.00787
10.1	10.3	0.02658	39.33541	0.01609
7.8	8.2	0.10825	73.47567	0.04200
6.4	6.0	0.11448	100.77071	0.05314
4.3	3.9	0.13867	147.34225	0.08728
<b>N</b>	=	<b>13</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.999</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>0.2</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>2.116</b>		

## 14. Data perhitungan uji validitas model persamaan nilai b suhu 70

Hobs	Hest	(Hest-Hobs) <sup>2</sup>	(Hobs-rerataHobs) <sup>2</sup>	Hest-Hobs /Hobs
24.7	24.7	0.00000	97.63322	0.00000
25.0	22.7	5.39896	104.33163	0.09294
18.6	18.9	0.05553	14.80417	0.01265
13.8	15.1	1.67664	1.03846	0.09406
9.4	11.3	3.31505	28.64798	0.19301
6.9	7.4	0.33633	62.71132	0.08446
5.1	3.6	2.23259	93.16846	0.29108
<b>N</b>	=	<b>7</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	=	<b>0.968</b>		
<b>RMSE</b>	=	<b>1.4</b>		
<b>P (%)</b>	=	<b>10.974</b>		

## 15. Data perhitungan uji validitas model persamaan nilai b suhu 80

<b>Hobs</b>	<b>Hest</b>	<b>(Hest-Hobs)<sup>2</sup></b>	<b>(Hobs-rerataHobs)<sup>2</sup></b>	<b> Hest-Hobs /Hobs</b>
23.9	23.9	0.00000	75.69000	0.00000
17.4	17.4	0.00141	4.55111	0.00216
10.6	12.3	3.15078	21.77778	0.16799
9.1	7.3	47.48083	38.02778	0.19715
<b>N</b>	<b>=</b>	<b>4</b>		
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>=</b>	<b>0.638</b>		
<b>RMSE</b>	<b>=</b>	<b>3.6</b>		
<b>P (%)</b>	<b>=</b>	<b>9.182</b>		



Lampiran F. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1 Sampel bawang putih



Gambar 2 Sampel bawang putih yang terbungkus *alluminium foil*



Gambar 3 Oven memert



Gambar 4 *Color reader*



Gambar 5 Timbangan digital



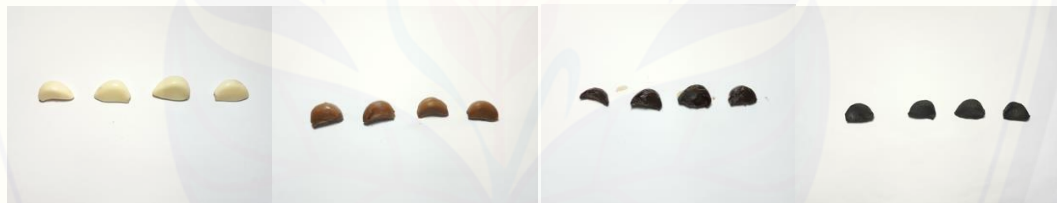
Gambar 6 *Texture analyzer*



Gambar 7 Sampel bawang putih pada pemanasan 60°C



Gambar 8 Sampel bawang putih pada pemanasan 70°C



Gambar 9 Sampel bawang putih pada pemanasan 80°C