



**EVALUASI MUTU FISIK TEPUNG DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)  
HASIL PENGERINGAN MICROWAVE**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Ardiana Anggrayni  
NIM 141710201055**

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



**EVALUASI MUTU FISIK TEPUNG DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)  
HASIL PENDINGINAN MICROWAVE**

**SKRIPSI**

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

Oleh:

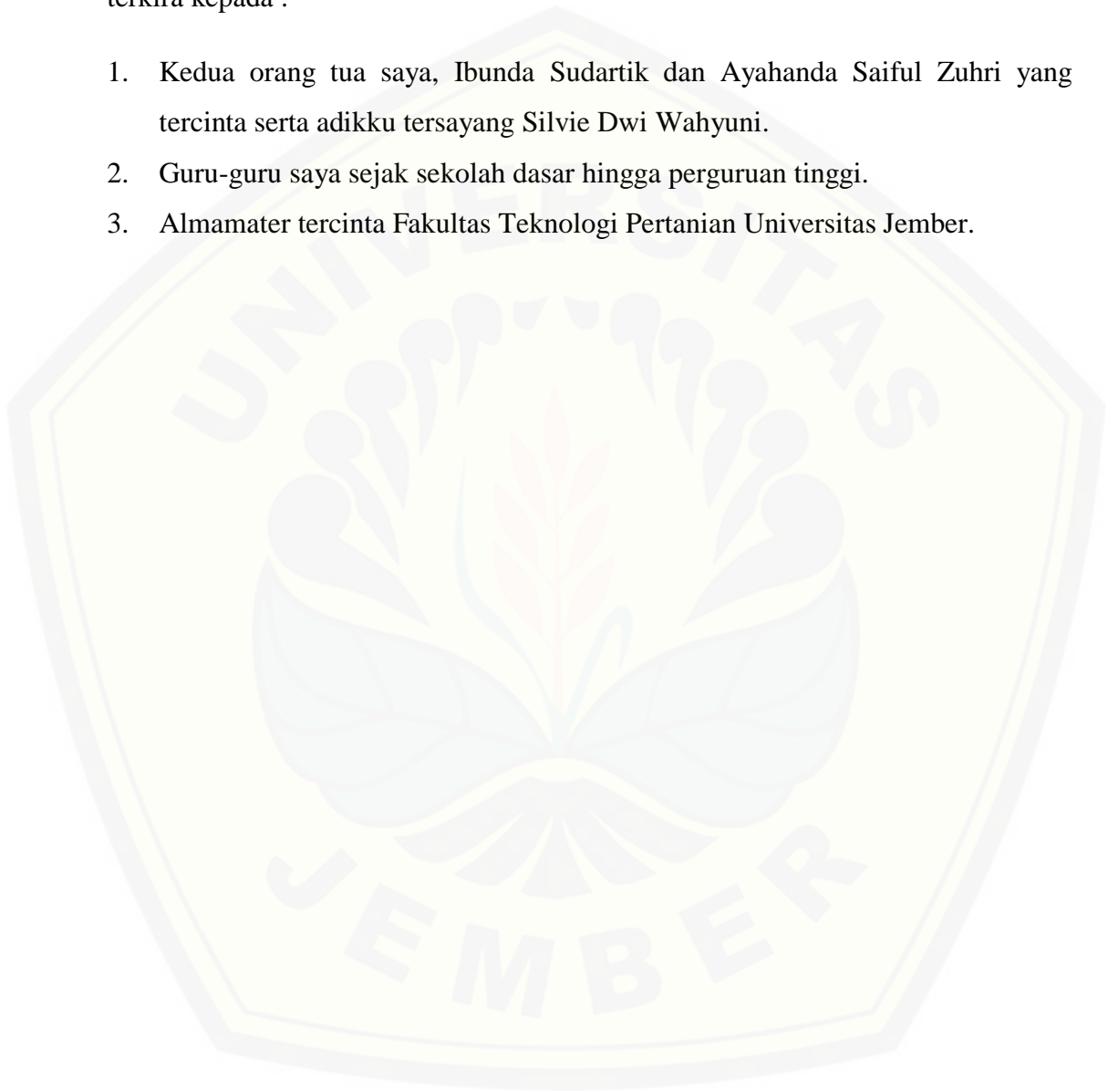
**Ardiana Anggrayni  
NIM 141710201055**

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

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terima kasih saya yang tidak terkira kepada :

1. Kedua orang tua saya, Ibunda Sudartik dan Ayahanda Saiful Zuhri yang tercinta serta adikku tersayang Silvie Dwi Wahyuni.
2. Guru-guru saya sejak sekolah dasar hingga perguruan tinggi.
3. Almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTTO**

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya.

(terjemahan Surat *Al-Baqarah* ayat 286)

Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.

(terjemahan Surat *Al Insyirah* ayat 5)

Orang-orang hebat dibidang apapun bukan baru bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja.

Mereka tidak menyia-nyiakan waktu untuk menunggu inspirasi.

(Ernest Newman)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Ardiana Anggrayni

NIM : 141710201055

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Evaluasi Mutu Fisik Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Hasil Pengeringan *Microwave*” adalah benar - benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 12 April 2019

Yang menyatakan,

Ardiana Anggrayni  
NIM 141710201055

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Evaluasi Mutu Fisik Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Hasil Pengeringan *Microwave*” karya Ardiana Anggrayni telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Jum’at, 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. 1760016795

Tim Penguji

Ketua Penguji

Penguji Anggota

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 198410082008121002

Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P.  
NIP. 196809141998032001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember



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

## RINGKASAN

**Evaluasi Mutu Fisik Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Hasil Pengeringan *Microwave***; Ardiana Anggrayni, 141710201055; 2019; 44 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Kelor merupakan tanaman tropis yang banyak mengandung protein dan gizi yang baik. Kandungan yang paling menonjol yaitu antioksidan yang terdapat pada daunnya. Saat ini daun kelor banyak digunakan untuk kesehatan. Daun kelor memiliki sifat yang mudah rusak setelah dipanen. Oleh karena itu, perlu pengolahan daun kelor agar masa simpan lebih panjang. Salah satu alternatif metode pengolahan daun kelor yaitu dengan cara pengeringan yang selanjutnya dijadikan tepung atau serbuk daun kelor sebagai sumber protein. Alat pengering yang digunakan yaitu *microwave*. Penggunaan *microwave* diharapkan mampu menghasilkan produk daun kelor kering dengan waktu yang singkat. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengukur sifat fisik tepung daun kelor hasil pengeringan *microwave* dan mengetahui pengaruh daya *microwave* dan durasi penepungan terhadap sifat fisik tepung daun kelor.

Penelitian ini dilakukan pada bulan April – Juli 2018 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Bahan yang digunakan yaitu daun kelor yang masih segar dan bebas dari kerusakan atau kecacatan. Daun kelor dikeringkan menggunakan *microwave* dengan daya 420, 537, dan 723 Watt serta oven 60°C sebagai pembandingnya. Daun kelor kering hasil pengeringan ditepungkan menggunakan blender (selama 2, 3, dan 5 menit). Parameter yang digunakan yaitu, warna, densitas curah, aktivitas air, daya serap air, sudut curah, dan kadar air. Data sifat fisik hasil pengukuran di analisis menggunakan uji ANOVA dua arah, uji lanjut Duncan, uji korelasi, dan analisis grafis.

Proses pengeringan daun kelor memerlukan waktu  $\pm 10$  menit untuk daya 420 Watt,  $\pm 7$  menit untuk daya 537 Watt dan  $\pm 6$  menit untuk daya 723 Watt. Kadar air awal daun kelor sebelum dikeringkan rata-rata 69,58 – 76,92%bb dan

kadar air kering rata-rata 4,09 – 6,90%bb. Proses penepungan daun kelor menghasilkan rata-rata rendemen yang didapatkan antara 20,94 – 23,92% dari bobot awal daun kelor sebelum dikeringkan.

Berdasarkan penelitian, sifat fisik tepung daun kelor lebih dipengaruhi oleh daya *microwave* dari pada durasi penepungan. Daya *microwave* yang digunakan signifikan terhadap nilai tingkat kekuningan dan daya serap air. Sifat fisik tepung daun kelor rata-rata yang diperoleh sebagai berikut : tingkat kehijauan sebesar 4,1 – 9,2; tingkat kekuningan sebesar 20,6 – 23,3; chroma sebesar 20,8 – 23,8; densitas curah sebesar 0,427 – 0,437 g/cm<sup>3</sup>; aktivitas air sebesar 0,408 – 0,479; daya serap air sebesar 1,883 – 2,762 ml/g; sudut curah sebesar 43,30 – 46,14°; dan nilai kadar air sebesar 3,992 – 4,985%bb.



## SUMMARY

**Physical Quality Evaluation of Kelor Leaves (*Moringa oleifera*) Powders Produced using Microwave Dryer;** Ardiana Anggrayni, 141710201055; 2019; 44 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Moringa is a tropical plant which contains a lot of protein and has a good nutrition. The most prominent content which is found in the leaves is the antioxidants. Currently Moringa leaves are widely used for health. Moringa leaves have properties that is easily damaged after being harvested. Therefore, it is necessary to process Moringa leaves so that the shelf life is longer. One of the alternative ways to process Moringa leaves is by drying the leaves which then used as the flour or Moringa leaf powder as a source of protein. The dryer tool used is microwave. The use of microwave is expected to be able to produce the dried Moringa leaf products with a short time. The purpose of this study was to measure the physical properties of Moringa leaf flour and determine the effect of microwave power and duration of retention on the physical properties of Moringa leaf flour.

This research was conducted in April - July 2018 in the Agricultural Product Engineering Laboratory, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. The ingredients used were Moringa leaves which were still fresh and free from damage or disability. Moringa leaves were dried using a microwave with 420, 537 and 723 W of power as well as a 60°C oven as a comparison. The dried moringa leaves from the drying results were mixed using a blender (for 2, 3 and 5 minutes). The parameters used were lightness, bulk density, water activity, water absorption, bulk angle, and water content. The physical properties data of the measurement results were analyzed using a two-way ANOVA test, Duncan's advanced test, correlation test, and graphical analysis.

The drying process of Moringa leaves took about 10, 7 and 6 minutes for the power of 420, 537 and 753 W, respectively. The initial moisture content of

moringa leaves before drying was between 69.58 and 76.92% w.b. and the average of dry product was 4.09 - 6.90% w.b. The process of the dried Moringa leaves produced in an average yield obtained was between 20.94 - 23.92% of the initial weight of Moringa leaves before drying.

Based on the research, the physical properties of Moringa leaf flour were more affected by microwave power than the duration of the sieving. Microwave power used was significant to the value of yellowish level and water absorption. The physical properties of the average Moringa leaf flour obtained as follows: Greenness of 4,1 - 9,2; b of 20.6 - 23.3; chroma of 20.8 - 23.8; bulk density of 0.427 - 0.437 g/cm<sup>3</sup>; water activity of 0.408 - 0.479; water absorption capacity of 1,883 - 2,762 ml/g; angle of repose of 43.30 - 46.14°; and the moisture content value of 3.992 - 4.985% w.b.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Evaluasi Mutu Fisik Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Hasil Pengeringan *Microwave*”. 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 terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D. selaku ketua penguji selaku penguji utama yang telah banyak memberikan saran dan arahan dalam menulis skripsi ini;
4. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P. selaku penguji anggota yang telah banyak memberikan saran dan arahan dalam menulis skripsi ini;
5. Ir. Hamid Ahmad dan Dr. Idah Andriyani, S.TP., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.TP., M.Si. selaku Dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
7. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;

8. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
9. Kedua orang tua saya, Ayahanda Saiful Zuhri dan Ibunda Sudartik serta adikku Silvie Dwi Wahyuni tercinta yang selalu memberikan semangat dan doa setiap waktu;
10. Teman-teman penelitian yang telah membantu saya dalam proses penelitian dan proses pembuatan naskah skripsi;
11. Teman-teman TEP-B dan teman seangkatan 2014 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang, terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
12. Sahabat-sahabatku Siska Suryaningtias, Amelia Agustin, Mifta Setia Arba'ani, dan Etika Hanif Rosyidawati, yang telah memberikan waktunya untuk berbagi, baik dalam keadaan susah maupun senang selama di Jember;
13. Teman-teman UKMK-Dolanan yang selalu saya banggakan, terima kasih atas pengalaman berorganisasi yang mengesankan dan tidak akan terlupakan;
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

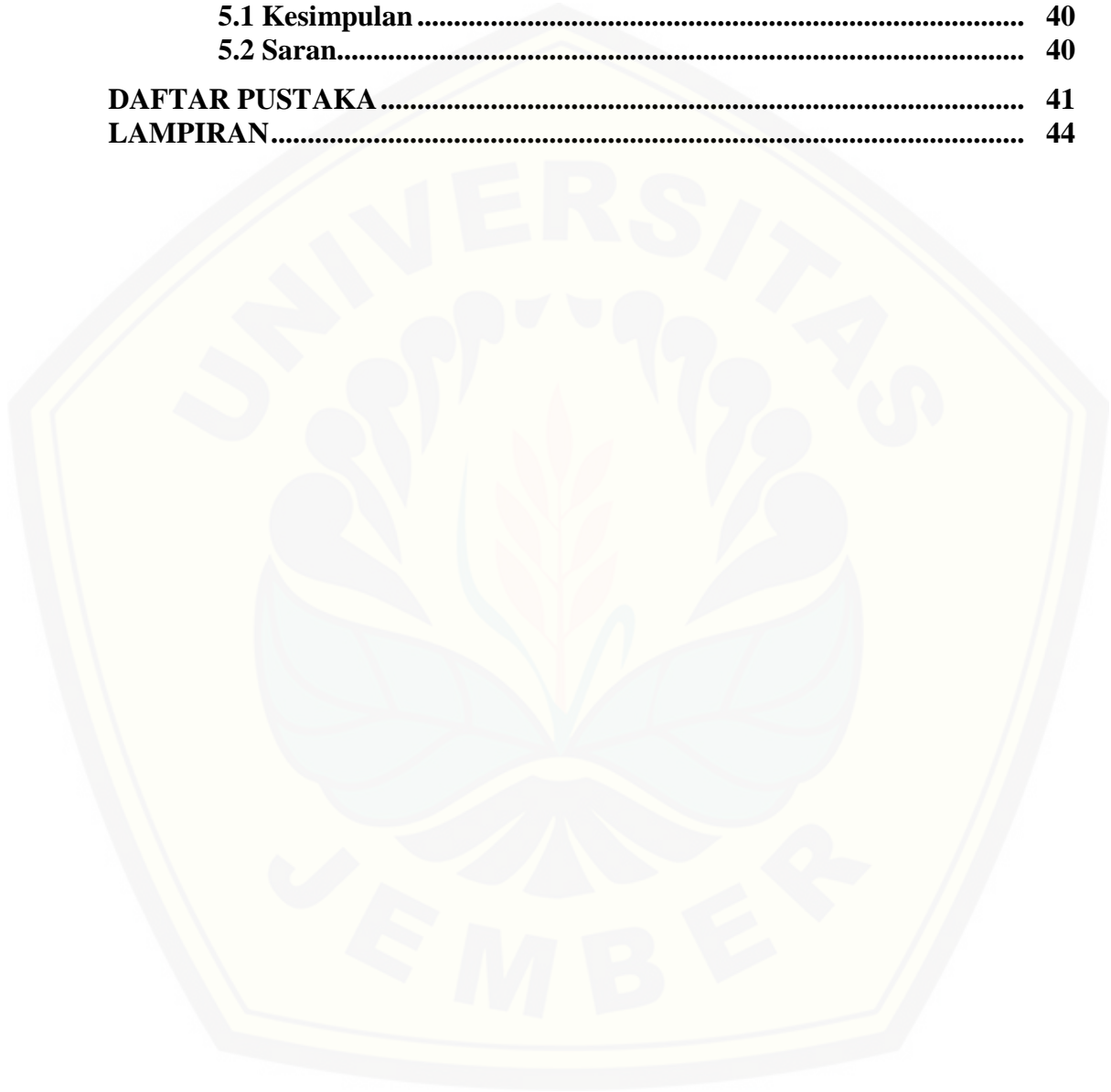
Jember, 12 April 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>RINGKASAN/SUMMARY .....</b>	<b>vi</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Daun Kelor.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Pengolahan Pasca Panen Daun Kelor .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Teori Pengeringan.....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Pengeringan Oven <i>Microwave</i> .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5 Pengaruh Pengeringan Terhadap Sifat Fisik Tepung .....</b>	<b>10</b>
2.5.1 Rendemen.....	10
2.5.2 Warna .....	11
2.5.3 Densitas Curah .....	11
2.5.4 Aktivitas Air.....	11
2.5.5 Daya Serap Air.....	12
2.5.6 Sudut Curah.....	12
<b>2.6 Analisis data.....</b>	<b>13</b>
2.6.1 Analisis of Varians (Anova) .....	13
2.6.2 Analisis Korelasi .....	13
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Tahap Penelitian.....</b>	<b>15</b>
3.3.1 Penelitian Pendahuluan .....	15
3.3.2 Rancangan Penelitian .....	17
3.3.3 Pembuatan Tepung Daun Kelor .....	18
3.3.4 Pengukuran Sifat Fisik Tepung Daun Kelor .....	18
<b>3.4 Analisis Data .....</b>	<b>21</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Rendemen Tepung Daun Kelor .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Warna.....</b>	<b>29</b>

4.3 Densitas Curah .....	32
4.4 Aktivitas Air .....	34
4.5 Daya Serap Air .....	35
4.6 Sudut Curah .....	37
4.7 Kadar Air Tepung Daun Kelor.....	38
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran.....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Kandungan nutrisi tepung daun kelor per 100 g .....	5
2.2 Interpretasi koefisien korelasi .....	13
3.1 Parameter penelitian mutu fisik tepung daun kelor .....	16
4.1 Kadar air daun kelor hasil pengeringan .....	22
4.2 Hasil uji korelasi daya <i>microwave</i> dan durasi penepungan terhadap sifat fisik tepung daun kelor.....	23
4.3 Hasil uji anova sifat fisik tepung daun kelor.....	24
4.4 Hasil uji duncan sifat fisik daun kelor berdasarkan perlakuan daya <i>microwave</i> .....	26
4.5 Rendemen proses pengeringan daun kelor menggunakan <i>microwave</i> .	26
4.6 Rendemen proses pengayakan tepung daun kelor.....	27
4.7 Rendemen tepung daun kelor.....	27
4.8 Prediksi nilai greenness tepung daun kelor .....	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tanama Kelor.....	4
2.2 Oven <i>microwave</i> .....	9
3.1 Diagram alir penelitian .....	15
4.1 Pediksi nilai greenness tepung daun kelor.....	29
4.2 Hubungan nilai tingkat chroma tepung daun kelor pada berbagai daya <i>microwave</i> dan durasi penepungan .....	32
4.3 Hubungan nilai densitas curah tepung daun kelor pada berbagai daya <i>microwave</i> dan durasi penepungan .....	33
4.4 Hubungan nilai aktivitas air tepung daun kelor pada berbagai daya <i>microwave</i> dan durasi penepungan .....	34
4.5 Hubungan nilai daya serap air tepung daun kelor pada berbagai daya <i>microwave</i> dan durasi penepungan .....	35
4.6 Hubungan nilai sudut curah tepung daun kelor pada berbagai daya <i>microwave</i> dan durasi penepungan .....	37
4.7 Hubungan nilai kadar air tepung daun kelor pada berbagai daya <i>microwave</i> dan durasi penepungan .....	38



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
A. Perhitungan pengukuran sifat fisik tepung daun kelor.....	44
B. Data hasil pengukuran sifat fisik tepung daun kelor .....	46
C. Hasil uji anova sifat fisik tepung daun kelor hasil pengeringan <i>microwave</i>	50
D. Hasil uji duncan sifat fisik tepung daun kelor hasil pengeringan <i>microwave</i> .....	51
E. Hasil uji korelasi sifat fisik tepung daun kelor hasil pengeringan <i>microwave</i> .....	52
F. Gambar proses pengeringan daun kelor.....	53

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) adalah tanaman tropis yang mengandung protein dan sumber zat gizi baik. Manfaat dan khasiat tanaman kelor (*Moringa oleifera*) terdapat pada semua bagian tanaman baik daun, batang, akar maupun biji. Kandungan yang paling menonjol dari tanaman kelor adalah antioksidan terutama pada bagian daunnya yang mengandung antioksidan paling tinggi. Antioksidan yang terdapat dalam daun kelor diantaranya tanin, steroid, triterpenoid, flavonoid, saponin, antarquinon, dan alkaloid (Dewi *et al*, 2010).

Pemanfaatan daun kelor di Indonesia saat ini masih terbatas penggunaannya. Masyarakat biasa menggunakan daun kelor hanya sebagai tanaman hias, pakan ternak dan sayuran saja. Pengolahan daun kelor di Indonesia belum banyak dilakukan, hal tersebut dikarenakan kurangnya pengetahuan masyarakat dalam melakukan pemanfaatan daun kelor.

Daun kelor mempunyai manfaat untuk bahan konsumsi dan kesehatan. Sebagai bahan konsumsi daun kelor digunakan untuk sayur serta dijadikan teh dan tepung. Selain bahan konsumsi daun kelor digunakan untuk kesehatan yaitu untuk mengatasi masalah kesehatan seperti, diabetes, asma, magg, anemia, anti-tumor, anti-bakteri dan sebagainya.

Saat ini manfaat dari daun kelor untuk keperluan kesehatan telah mengalami perhatian konsumen. Daun kelor memiliki sifat yang mudah rusak setelah dipanen dari pohonnya. Oleh karena itu, proses pengolahan daun kelor diperlukan agar masa simpan lebih panjang. Salah satu alternatif metode pengolahan daun kelor yaitu dengan cara pengeringan yang selanjutnya dijadikan tepung atau serbuk daun kelor (Dewi *et al*, 2010).

Proses penepungan pada umumnya diawali dengan proses pengeringan. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan agar memudahkan proses penepungan. Pengeringan dapat dilakukan dengan sinar matahari (penjemuran) dan menggunakan alat pengering mekanis. Keuntungan dari proses penjemuran yaitu bersifat murah karena pengeringan menggunakan sinar

matahari. Penjemuran juga memiliki kekurangan yaitu, pengeringan tidak konstan dan suhu pengeringan tidak dapat diatur sehingga waktu penjemuran tidak dapat ditentukan dengan cepat, selain itu sanitasi bahan kurang terjaga karena penjemuran diruang terbuka. Pada oven, suhu dalam ruang pengeringan dapat diatur sesuai keinginan dan sanitasi bahan terjaga (Windawati, 2016). Namun pengeringan dengan oven kurang efisien untuk pengeringan pangan dan sulit mengontrol suhu rendah sehingga pangan yang dihasilkan lebih rentan hangus. Selain itu pengeringan menggunakan oven lebih lama daripada mengeringkan menggunakan *microwave*.

Pada penelitian ini dilakukan proses pengeringan daun kelor menggunakan pengering gelombang mikro (*microwave*) sebagai alternatif pengeringan yang digunakan pada pembuatan tepung daun kelor. Pengeringan ini belum banyak dilakukan untuk mengeringkan daun kelor karena merupakan inovasi pengeringan yang masih baru dan informasinya juga terbatas. Pada oven *microwave*, radiasi gelombang mikro yang digunakan dalam pengeringan diduga dapat menghasilkan produk dengan warna yang baik. Selain itu, proses pengeringan relatif lebih cepat, konsumsi energi lebih rendah dan menghemat biaya (Mujumdar, 2013). Penelitian pengeringan daun kelor juga diteliti oleh (Sahar, 2013) dengan judul pengaruh variasi perlakuan pengeringan terhadap sifat fisik dan kimia tepung daun kelor (*moringa oleifera*).

Penepungan merupakan proses pengecilan ukuran bahan pangan. Lama penepungan merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap hasil penepungan. Lamanya proses penepungan berkaitan dengan efisien proses dan ukuran tepung yang dihasilkan. Hal ini akan berdampak pada sifat fisik tepung daun kelor yang dihasilkan, sehingga perlu diketahui pengaruh lama penepungan daun kelor.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui cara pembuatan tepung daun kelor dan mengetahui sifat fisik tepung daun kelor hasil pengeringan *microwave*. Dari proses pembuatan tepung daun kelor dapat diketahui pengaruh daya *microwave* dan durasi penepungan terhadap sifat fisik tepung daun kelor. Diharapkan

penelitian ini akan menambah informasi tentang sifat fisik tepung daun kelor menggunakan *microwave* dari beberapa perlakuan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Proses pengeringan dan lama proses penepungan dapat mempengaruhi kualitas fisik tepung daun kelor yang akan dihasilkan. Dengan menggunakan metode pengeringan dan proses penepungan yang sesuai maka mutu fisik yang dihasilkan akan berkualitas. Informasi tentang sifat fisik tepung daun kelor menggunakan oven *microwave* dari perlakuan daya dan durasi penggilingan masih terbatas. Sehingga penelitian ini diperlukan untuk mengetahui sifat fisik tepung daun kelor hasil pengeringan oven *microwave* dari beberapa daya dan durasi penepungan. Pengukuran sifat fisik tepung daun kelor hasil pengeringan *microwave* dibatasi pada sifat fisik tepung daun kelor seperti rendemen, warna, densitas curah, aktivitas air, daya serap air, sudut curah, dan kadar air.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum pada penelitian ini adalah mengetahui cara pembuatan tepung daun kelor dengan menggunakan oven *microwave*. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengukur sifat fisik tepung daun kelor hasil pengeringan *microwave* yang meliputi rendemen, warna, densitas curah, aktivitas air, daya serap air, sudut curah, dan kadar air.
2. Mengetahui pengaruh daya *microwave* dan durasi penepungan terhadap sifat fisik tepung daun kelor.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan muncul dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi teknologi pembuatan tepung daun kelor menggunakan *microwave*.
2. Memberikan informasi tentang pengaruh kombinasi daya *microwave* dan durasi penepungan terhadap kualitas fisik tepung daun kelor yang dihasilkan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daun Kelor

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tumbuhan dalam bentuk pohon dengan tinggi 7-12 m. Batang berkayu, tegak, berwarna putih kotor, kulit tipis, permukaan kasar. Tumbuh didataran rendah maupun dataran tinggi sampai ketinggian  $\pm$  1000 m dpl. Daun kelor banyak mengandung vitamin A, Vitamin C, vitamin B, kalsium, kalium, besi dan protein, dalam jumlah yang sangat tinggi dan mudah dicerna dan diasimilasi oleh tubuh manusia. Selain itu, telah diidentifikasi bahwa daun kelor mengandung antioksidan tinggi dan antimikroba. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan asam asorbat, flavonoid, phenolic, dan karatenoid (Aminah *et al*, 2015).

Daun kelor secara luas telah digunakan sebagai bahan konsumsi makanan manusia, produk-produk farmasi, penjernihan air dan makanan hewan. Di Afrika dan Asia, daun kelor direkomendasikan sebagai suplemen yang kaya zat gizi untuk ibu menyusui dan anak pada masa pertumbuhan. Kandungan kimia yang dimiliki daun kelor antara lain asam amino yang berbentuk asam aspartat, asam glutaat, alanin, valin, leusin, isoleusin, histidin, lisin, arginin, venialanin, triftopan, sistein, dan methionin (Yulianti, 2008).



Gambar 2.1 Tanaman Kelor

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) dikenal di seluruh dunia sebagai pangan bergizi dan bermanfaat untuk obat serta keperluan industri dan hampir setiap bagian dari tanaman kelor memiliki nilai gizi. Salah satu contohnya adalah daun kelor yang dimakan sebagai sayuran, direbus, digoreng, dalam sup atau untuk bumbu. Manfaat dari daun kelor untuk kesehatan antara lain sebagai anti

peradangan, hepatitis, memperlancar buang air kecil, dan anti alergi, selain itu daun kelor (*Moringa oleifera*) banyak digunakan dan dipercaya sebagai obat infeksi, anti bakteri, infeksi saluran urin, luka eksternal, anti-hipersensitif, anti-anemik, diabetes, *colitis*, diare, disentri, dan rematik (Dewi *et al*, 2010). Daun kelor merupakan salah satu bagian dari tanaman kelor yang telah banyak diteliti kandungan gizi dan kegunaannya. Daun kelor mengandung zat gizi yang tinggi yaitu beta karoten, vitamin C, protein, besi dan potasium. Daun kelor dapat dimakan langsung dalam keadaan segar, dimasak, atau disimpan sebagai tepung kering beberapa bulan tanpa harus disimpan di kulkas dan tidak mengalami kehilangan zat gizi (Kustiani, 2013).

Penelitian lain menyatakan bahwa hasil perbandingan daun kelor dengan bahan pangan lain dalam jumlah yang sama (gr) menunjukkan bahwa daun kelor mengandung vitamin C setara vitamin C dalam 7 jeruk, vitamin A setara vitamin A pada 4 wortel, kalsium setara dengan kalsium dalam 4 gelas susu, potassium setara dengan yang terkandung dalam 3 pisang, dan protein setara dengan protein dalam 2 yoghurt. Daun kelor juga mengandung zat besi lebih tinggi daripada sayuran lainnya yaitu sebesar 17,2 mg/100 g (Kustiani, 2013).

## 2.2 Pengolahan Pasca Panen Daun Kelor

Pengolahan pasca panen merupakan kegiatan yang penting dilakukan untuk menghasilkan kualitas produk hasil panen yang baik. Pengolahan pascapanen kelor meliputi penanganan segar, pengolahan bahan baku, pengolahan kebutuhan, pengolahan untuk kosmetik dan pengolahan kelor menjadi olahan siap saji. Daun kelor dapat dimanfaatkan dalam bentuk tepung agar lebih awet dan mudah untuk penyimpanannya (Aminah *et al*, 2015).

Pengolahan daun kelor merupakan langkah pertama dan penentu dari kualitas produk berbahan dasar kelor. Pengolahan akan menghasilkan daun kelor kering sebagai bahan teh kelor, baik teh seduh maupun teh celup, dan tepung atau ekstrak yang digunakan untuk pengisi kapsul, tablet kelor, campuran penambahan nutrisi pada bahan makanan olahan (Krisnadi, 2015).

Pembuatan tepung daun kelor dilakukan beberapa tahap yaitu pemetikan daun muda dan segar, penyortiran, penimbangan, pencucian, penirisan, penjemuran atau pengeringan, penggilingan dan pengayakan. Pemilihan daun kelor untuk dibuat serbuk adalah daun kelor muda dan siap panen yaitu pemetikannya pada 15 cm dari ujung batang muda. Sifat fisik serbuk daun kelor yang dapat diamati warna serbuk tampak hijau kekuningan. Rasa relatif lebih sama dengan serbuk daun, serta aroma langu khas dari serbuk daun (Lutfiyah, 2012). Kandungan nutrisi yang terdapat pada tepung daun kelor disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kandungan nutrisi tepung daun kelor per 100 g (bk)

Komponen Nutrisi	Tepung Daun Kelor
Kadar air (%)	7,5
Protein (g)	27,1
Lemak (g)	2,3
Karbohidrat (g)	38,2
Serat (g)	19,2
Calori (Kcal/100g)	205
Calsium (mg)	2003
Kalium (mg)	1324
Vitamin C (Ascorbid acid) (mg)	17,3
Vitamin A (B Caratene) (mg)	16,3
Vitamin B1 (Thiamin) (mg)	2,64
Vitamin B2 (Riboflavin) (mg)	20,5
Vitamin E (Tocopherol) (mg)	113

Sumber : (Aminah *et al*, 2015)

Serbuk daun mempunyai banyak kelebihan antara lain, lebih luwes untuk pengembangan produk pangan dan nilai gizi, lebih tahan disimpan sehingga penting sebagai penyedia bahan baku industri dan harga lebih stabil, memberi nilai tambah pendapatan produsen dan menciptakan industri pedesaan serta meningkatkan mutu produk (Lutfiyah, 2012).

### 2.3 Teori Pengeringan

Pengeringan didefinisikan sebagai proses pengambilan air yang relatif kecil dari suatu zat padat atau campuran gas. Pengeringan meliputi proses perpindahan panas, massa dan momentum. Bahan yang akan dikeringkan dikontakkan dengan panas dari udara (gas) sehingga panas akan dipindahkan dari udara panas ke

bahan basah tersebut, dimana panas akan menyebabkan air menguap ke udara. Adapun dasar dari tipe pengeringan yaitu panas yang masuk dengan cara konveksi, konduksi, radiasi, pemanas elektrik atau kombinasi antara tipe cara-cara tersebut (Mujumdar, 2004).

Pengeringan merupakan proses pemindahan sejumlah uap air secara simultan yang membutuhkan energi dengan menguapkan kandungan air pada bahan. Proses berpindahnya uap air terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi uap air antara suatu bahan dengan lingkungannya. Pengeringan adalah metode pengawetan dengan cara pengurangan kadar air dari bahan pangan sehingga daya simpan menjadi lebih panjang. Perpanjangan daya simpan terjadi karena mikroorganisme dan enzim menurun sebagai akibat dari air yang dibutuhkan untuk aktivitasnya tidak cukup. Agar produk yang dikeringkan menjadi awet, kadar air harus dijaga tetap rendah. Faktor yang mempengaruhi kecepatan pindah panas dan massa tersebut adalah luas permukaan, suhu, kecepatan pergerakan udara, kelembaban udara, tekanan atmosfer, penguapan air, dan lama pengeringan (Estianingsih dan Ahmadi, 2011).

Terdapat beberapa metode dalam pengeringan antara lain pengeringan dengan sinar matahari langsung dan pengeringan menggunakan alat pengering buatan. Pengeringan dengan matahari langsung merupakan proses pengeringan yang paling ekonomis dan paling mudah dilakukan akan tetapi pengeringan dengan matahari jumlah panas matahari tidak tepat dan kenaikan suhu yang tidak dapat diatur sulit untuk menentukan waktu penjemuran. Selain itu sinar ultra violet dari matahari juga menimbulkan kerusakan pada kandungan kimia bahan yang dikeringkan. Sedangkan pengeringan buatan mempunyai keuntungan karena suhu dan aliran udara dapat diatur sehingga waktu pengeringan dapat ditentukan dengan tepat dan kebersihan dapat diawasi dengan baik. Dari segi kualitas alat pengering buatan akan memberikan kualitas produk yang lebih baik daripada kualitas bahan yang menggunakan pengering matahari (Winarno *et al*, 1980: 46).

Laju pengeringan dalam proses pengeringan suatu bahan pangan mempunyai arti penting. Karena laju pengeringan menggambarkan bagaimana cepatnya peneringan itu berlangsung. Laju pengeringan diperlukan untuk



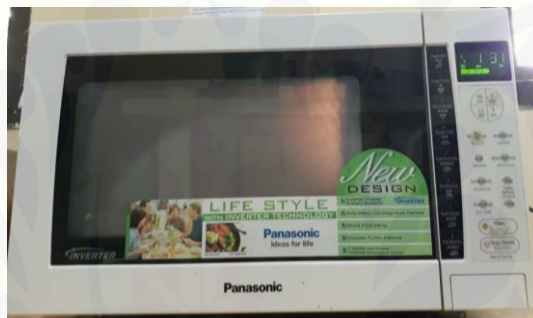
merencanakan waktu pengeringan suatu bahan tertentu. Dalam kaitannya dengan ini perlu diketahui berapa lama diperlukan untuk mengeringkan suatu bahan dari suatu kandungan air sampai kandungan air yang lain dan bagaimana pula pengaruh kondisi udara pengering terhadap waktu tersebut (Effendi, 2009:30).

Proses pengeringan juga berpengaruh terhadap sifat bahan pangan. Bahan yang dikeringkan mempunyai nilai gizi yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan segar. Selama proses pengeringan juga dapat terjadi perubahan warna, tekstur, aroma dan lain-lainnya, meskipun perubahan-perubahan tersebut dapat dibatasi seminimal mungkin dengan jalan memberikan perlakuan pendahuluan terhadap bahan pangan yang akan dikeringkan. Bahan pangan yang dikeringkan akan mengandung senyawa-senyawa seperti protein, karbohidrat, lemak dan mineral dalam konsentrasi yang lebih tinggi, akan tetapi kandungan vitamin dan zat warna menjadi rusak atau berkurang (Winarno *et al*, 1980: 51).

#### **2.4 Pengeringan Oven *Microwave***

*Microwave* adalah sebuah peralatan dapur yang menggunakan radiasi gelombang mikro untuk memasak atau memanaskan makanan. *Microwave* bekerja dengan melewati radiasi gelombang mikro pada molekul air, lemak, maupun gula yang sering terdapat pada bahan makanan. Molekul-molekul ini akan menyerap energi elektromagnetik tersebut. Proses penyerapan energi ini disebut sebagai pemanasan dielektrik (*dielectric heating*). Molekul-molekul pada makanan bersifat elektrik dipol (*electric dipoles*), artinya molekul tersebut memiliki muatan negatif pada satu sisi dan muatan positif pada sisi yang lain. Akibatnya, dengan kehadiran medan elektrik yang berubah-ubah yang diinduksikan melalui gelombang mikro pada masing-masing sisi akan berputar untuk saling mensejajarkan diri satu sama lain. Pergerakan molekul ini akan menciptakan panas seiring dengan timbulnya gesekan antara molekul yang satu dengan molekul lainnya. Energi panas yang dihasilkan oleh peristiwa inilah yang berfungsi sebagai agen pemanasan bahan makanan di dalam dapur *microwave* (Saputra dan Ningrum, 2010).

*Microwave* merupakan salah satu metode pengeringan mekanis yang memanfaatkan gelombang mikro untuk mengeringkan bahan. Pengeringan adalah salah satu aplikasi dari penggunaan *microwave* yang telah dilakukan selama 40 tahun terakhir untuk mengeringkan bahan pangan, produk-produk kayu, kertas, tekstil, produk-produk mineral dan bahan-bahan kimia. Energi yang dihasilkan diserap oleh bahan yang masih basah (Mujumdar, 2013). Proses pengeringan dengan menggunakan *microwave* dapat berlangsung lebih singkat dibandingkan dengan pengeringan konvensional dengan tetap mempertahankan mutu yang terkandung dalam bahan yang dikeringkan (Fatimah, 2006). Gambar 2.1 adalah gambar oven *microwave*.



Gambar 2.2 Oven *microwave*

*Microwave* terdiri dari beberapa komponen. Menurut Kurniasari *et al* (2008) pada dasarnya *microwave* terbagi menjadi empat komponen dasar, yaitu:

1. Generator *microwave* : magnetron, komponeen yang menghasilkan energi gelombang mikro
2. Pengarah gelombang (*wave guide*), komponen yang akan mengoperasi gelombang mikro dari sumbernya ke *cavity microwave*
3. Aplikator, merupakan ruangan bagi umpan
4. Sirkulator, ini akan menyebabkan gelombang mikro bergerak hanya ke arah depan

Prinsip sistem oven gelombang mikro adalah bahwa suatu bahan dielektrik akan menyerap energi ketika ditempatkan dalam suatu medan listrik berfrekuensi tinggi. Gelombang yang digunakan *microwave* adalah 900 MHz dan 2.45 GHz. Sistem oven gelombang mikro terdapat suatu tabung vakum (magnetron) yang berfungsi sebagai generator listrik yang menghasilkan listrik bolak-balik di dalam

ruang oven. Proses pengeringan dengan menggunakan oven gelombang mikro dapat berlangsung lebih singkat dibandingkan dengan pengeringan konvensional dengan tetap mempertahankan mutu yang terkandung dalam bahan yang dikeringkan (Fatimah, 2006).

Pengukuran daya pada oven *microwave* bertujuan untuk mengetahui berapa besar daya yang bekerja saat oven *microwave* dihidupkan. Hal tersebut dikarenakan pada spesifikasi alat tidak ada keterangan berapa daya yang bekerja pada alat tersebut. Pengukuran daya dilakukan dengan cara sebagai berikut : aquades dengan suhu awal  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  dimasukkan ke dalam dua gelas kaca masing-masing sebanyak satu liter, masukkan ke dalam oven *microwave* dan letakkan pada bagian tengah dengan kedua gelas menyentuh, panaskan aquades selama dua menit, setelah selesai ukur suhu pada masing-masing gelas. Setelah diketahui pada masing-masing gelas maka dilakukan perhitungan dengan Persamaan 2.1.

$$M_{wabs} = \frac{(4,1.m.\Delta T)}{\Delta t} \dots\dots\dots (2.1)$$

Persamaan 2.1 dapat diturunkan menjadi Persamaan 2.2.

$$M_{wabs} = 35x(\Delta T1 + \Delta T2) \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

$M_{wabs}$  = daya yang diserap bahan (W)

M = massa bahan (g)

$\Delta T1$  = kenaikan suhu air dalam gelas 1 ( $^\circ\text{C}$ )

$\Delta T2$  = kenaikan suhu air dalam gelas 2 ( $^\circ\text{C}$ )

## 2.5 Pengaruh Pengeringan Terhadap Sifat Fisik Tepung

Sifat fisik bahan hasil pertanian sangat penting dalam proses penyimpanan dan pengolahan hasil pertanian, antara lain untuk perancangan alat dan bangunan, penanganan hasil pertanian dan standardisasi mutu. Sifat-sifat pertanian tersebut diantaranya : warna, viskositas dan densitas curah (Maryanto dan Yuwanti, 2007).

### 2.5.1 Rendemen

Rendemen merupakan istilah untuk menunjukkan jumlah (kg/Lt) capaian hasil (*out put*) yang akan diraih setelah tahapan proses berakhir dari sejumlah bahan. Nilai rendemen dinyatakan dalam persen (% b/b; % b/v, atau % v/b). nilai

rendemen dipengaruhi oleh kualitas bahan baku, prosedur (metode) proses produksi dan kualitas mesin dan peralatan (Rohadi, 2009:17).

### 2.5.2 Warna

Warna merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas produk karena dengan warna dapat diketahui tingkat kematangan bahan dan tidak sedikit konsumen yang membeli produk dari melihat warna. Oleh karena itu perlu menjaga kualitas warna pada suatu produk. Salah satu contoh alat pengukur warna yaitu colour reader. Metode yang digunakan metode Hunter yang instrumennya dikembangkan oleh Hunter. Pada sistem tersebut penilaian terdiri dari 3 parameter yaitu L, a, dan b. Semakin besar nilai L maka semakin putih tepung tersebut. Sedangkan bila nilai a semakin positif berarti warna tepung tersebut semakin mendekati merah dan sebaliknya bila negatif maka warna semakin mendekati hijau. Jika nilai b menunjukkan semakin positif atau semakin besar nilainya maka warna semakin biru dan bila nilai b semakin negatif maka warna yang dihasilkan semakin mendekati kuning (Widowati, 2010).

### 2.5.3 Densitas Curah

Densitas curah (*bulk density*) adalah perbandingan antara massa total dengan volume pada suatu ruang. Secara umum, densitas curah ini merupakan salah satu sifat fisik bahan yang umumnya digunakan dalam perencanaan suatu gudang penyimpanan dan volume (Maryanto dan Yuwanti, 2007). Densitas curah ditentukan oleh berat wadah yang diketahui volumenya dan merupakan hasil pembagian dari berat bubuk dengan volume. Semakin tinggi nilai densitas curah menunjukkan produk semakin padat (Anita, 2009). Menurut (Nazimuddin, 2014), densitas curah suatu bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jenis bahan dan lama penepungan.

### 2.5.4 Aktivitas Air

Aktivitas air bahan pangan adalah jumlah air bebas yang terkandung dalam bahan pangan, yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Aktivitas air ( $a_w$ ) merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi

kerusakan pangan karena aktivitas air dapat menggambarkan kebutuhan bakteri akan air. Nilai  $a_w$  merupakan jumlah air bebas di dalam bahan pangan yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroba dan berlangsungnya reaksi kimia dan biokimia (Sakti *et al*, 2016).

Hubungan kadar air dengan aktivitas air ( $a_w$ ) ditunjukkan dengan kecenderungan bahwa semakin tinggi kadar air maka semakin tinggi pula nilai  $a_w$  nya. Kadar air dinyatakan dalam persen (%) pada kisaran 1-100, sedangkan nilai  $a_w$  dinyatakan dalam angka desimal pada kisaran skala 0-1,0. Aktivitas air juga dinyatakan sebagai potensi kimia dari air yang nilainya bervariasi dari 0 sampai 1. Pada nilai aktivitas air sama dengan 0 berarti air yang bersangkutan sama sekali tidak dapat melakukan aktivitas dalam proses kimia. Sedangkan nilai aktivitas air sama dengan 1 berarti potensi air dalam proses kimia pada kondisi maksimal (Waluyo, 2001).

#### 2.5.5 Daya Serap Air

Jumlah air yang terserap oleh kapasitas bahan tertentu menjadi salah satu parameter untuk menentukan kualitas produk tepung yang dihasilkan. Partikel-partikel yang terkandung dalam tepung itu sendiri menjadi salah satu faktor pendukung kekuatan daya serap air bahan. Sehingga terjadi hubungan antara komposisi partikel atau pori-pori antar partikel di dalam bahan tersebut dengan kemampuan jumlah air yang akan diserap (Kalsum dan Surfiana, 2013).

Menurut (Kusumaningrum, 2007), daya serap air merupakan salah satu karakteristik fisik yang berhubungan dengan sifat kelarutan tepung ketika ditambah air. Semakin besar nilai daya serap air, maka akan semakin mudah air terserap ke dalam tepung dan mengisi rongga di dalam granula pati.

#### 2.5.6 Sudut Curah

Sudut tumpukan adalah sudut yang dibentuk ketika bahan dicurahkan pada bidang datar. Besarnya sudut tumpukan mencerminkan kebebasan bergerak partikel bahan dalam suatu tumpukan dan kemudahan mengalir (*flowability*). Sudut curah bahan dengan ukuran partikel halus mempunyai sudut tumpukan di atas 40° (Khalil, 2006). Sudut curah dipengaruhi oleh kadar air bahan, karena

bahan yang memiliki sudut tumpukan yang tinggi umumnya memiliki kadar air yang tinggi.

Bahan yang memiliki sudut tumpukan curam cenderung terkonsentrasi ditengah, sementara bahan dengan sudut tumpukan yang datar cenderung menyebar. Pada bahan yang halus biasanya memiliki sudut tumpukan yang tinggi, daripada bahan dengan ukuran partikel kasar pada jenis bahan yang sama (Qomariyah, 2004).

## 2.6 Analisis data

Data yang di dapat dari penelitian akan diolah menggunakan beberapa analisis diantaranya yaitu analisis anova dan analisis korelasi.

### 2.6.1 Analisis of Varians (Anova)

Analisis varians (*analysis of variance*) atau ANOVA adalah suatu metode analisis statistika yang termasuk ke dalam cabang statistika inferensi. Uji dalam anova menggunakan uji F karena dipakai untuk pengujian lebih dari 2 sampel. Anova digunakan untuk membandingkan rata-rata populasi buan ragam populasi. Uji anova digolongkan kedalam beberapa kriteria yaitu, satu arah (*One Way Anova*), dua arah (*Two Way Anova*), dan banyak arah (MANOVA).

Anova dua arah (*Two Way Anova*) digunakan bila sumber keragaman yang terjadi tidak hanya karena satu faktor (perlakuan). Faktor lain yang mungkin menjadi sumber keragaman respon juga harus diperhatikan. Anova dua arah (*Two Way Anova*) digunakan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari berbagai kriteria yang diuji terhadap hasil yang diinginkan.

### 2.6.2 Analisis Korelasi

Korelasi sederhana merupakan suatu teknik statistik yang dipergunakan untuk mengukur kekuatan hubungan 2 variabel dan juga untuk dapat mengetahui bentuk hubungan antara 2 variabel tersebut dengan hasil yang sifatnya kuantitatif. Kegunaan korelasi pearson yaitu untuk menyatakan ada atau tidaknya hubungan antar variabel x dengan variabel y dan untuk menyatakan besarnya sumbangan

variabel satu terhadap yang lainnya yang dinyatakan dalam persen. Untuk menghitung koefisien korelasi sederhana dapat menggunakan Persamaan 2.3.

$$r = \frac{n \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{\{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2\} \{n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2\}}} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

$n$  = Banyaknya pasangan data  $x$  dan  $y$

$\Sigma x$  = Total jumlah dari variabel  $x$

$\Sigma y$  = Total jumlah dari variabel  $y$

$\Sigma x^2$  = Kuadrat dari total jumlah variabel  $x$

$\Sigma y^2$  = Kuadrat dari total jumlah variabel  $y$

$\Sigma xy$  = Hasil perkalian dari total jumlah variabel  $x$  dan  $y$

Angka korelasi berkisar antara 0 sampai +1 (korelasi positif atau *direct correlation*) dan antara 0 sampai -1 (korelasi negatif atau *inverse correlation*). Apabila  $r = 0$  artinya antara dua variabel tidak berkorelasi, apabila  $r = +1$  artinya berkorelasi positif secara sempurna. Dan apabila  $r = -1$  artinya berkorelasi negatif secara sempurna. Pada umumnya nilai  $r$  tidak persis sama dengan nol atau sama dengan +1 atau -1, tetapi berkisar antara atau mendekati nilai-nilai tersebut (Djarwanto, 1996). Menurut Astuti (2017), interpretasi terhadap koefisien korelasi ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Interpretasi koefisien korelasi

Nilai Korelasi	Keterangan
0	Tidak ada korelasi
0,00 – 0,25	Korelasi sangat lemah
0,25 - 0,50	Korelasi cukup
0,50 – 0,75	Korelasi kuat
0,75 - 0,99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

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

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut : oven *microwave* (Panasonic tipe NN-GT547W), *color reader* CR-10 (Konica minolta *sensing*), timbangan digital (Oxaus pioneer dengan akurasi 0,01 g dan 0001 g), blender (Philip), *stopwatch*, cawan petri, gelas ukur, desikator, tabung reaksi beserta rak tabung reaksi, cawan alumunium, label penanda, spatula, kuas, kamera digital, corong, sentrifuse (DRE *Contrifuge* 78108N) dan Labswift-aw.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kelor. Menurut Luthfiyah (2012) daun yang digunakan adalah daun yang masih muda dan segar yang pemetikannya pada 15 cm dari ujung batang daun muda dan juga bebas dari kerusakan atau kecacatan.

#### 3.3 Tahap Penelitian

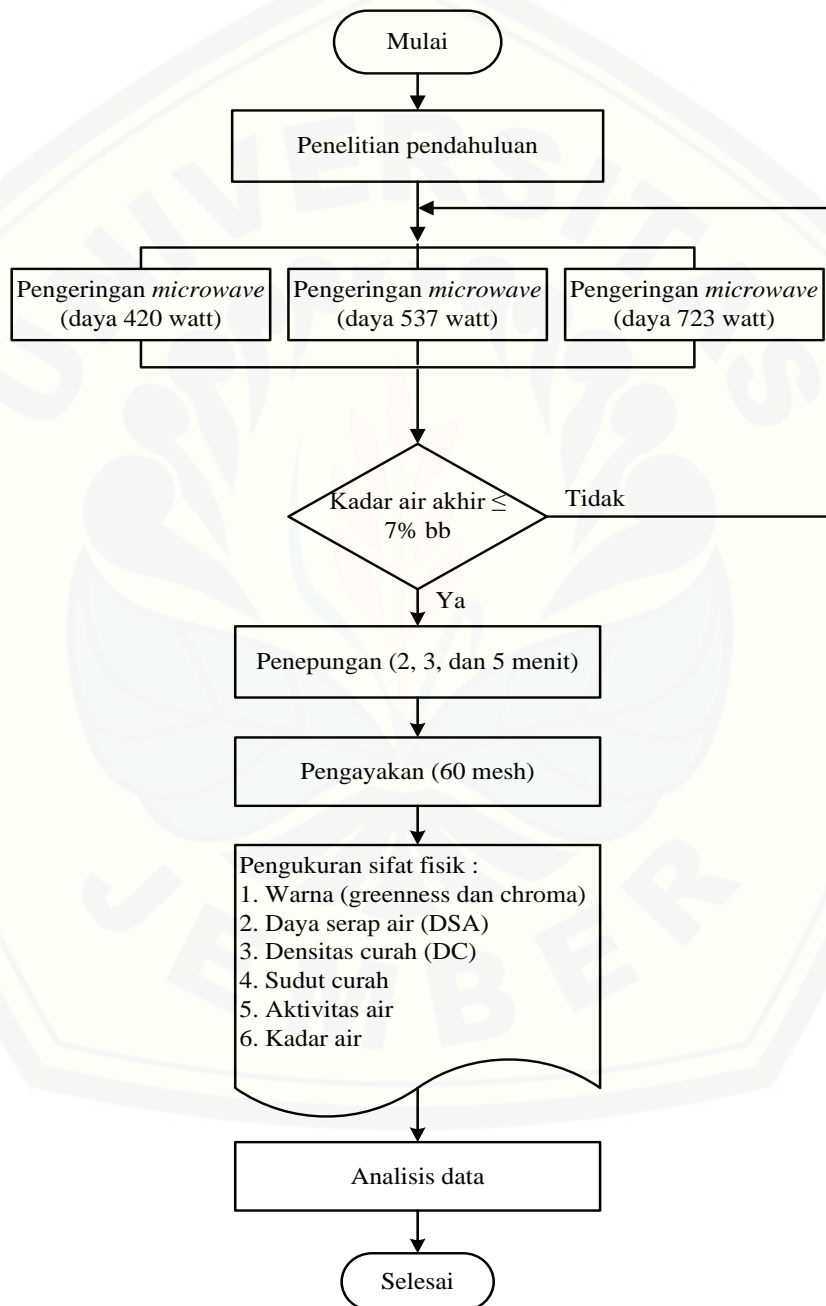
Pembuatan tepung daun kelor diawali dengan menyiapkan daun kelor segar, kemudian dilanjutkan dengan pembersihan daun kelor, pengukuran kadar air, dan pengeringan menggunakan *microwave* hingga kadar air mencapai  $\leq 7\%$  bb. Setelah mencapai kadar air  $\leq 7\%$  bb dilanjutkan dengan penepungan, pengayakan dengan ayakan 60 mesh dan diukur sifat fisik tepung daun kelor. Prosedur pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.

##### 3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Tahap awal penelitian ini yaitu dengan melakukan penelitian pendahuluan. Penelitian pendahuluan ditujukan untuk mengetahui kadar air dari bahan dan waktu yang diperlukan untuk mengeringkan bahan sehingga diperoleh kadar air  $\leq 7\%$  bb. Penentuan waktu pengeringan dengan cara menimbang cawan kosong (a),



timbang daun kelor ( $\pm 50$  g) + cawan bahan (b), masukkan dalam oven *microwave* pada daya yang ditentukan, keluarkan bahan +cawan dari oven (c) masukkan ke dalam eksikator hingga suhu bahan konstan lalu timbang. Pengeringan dilakukan secara bertahap dengan interval waktu 1 menit hingga diperoleh kadar air 7%. Setelah itu hitung waktu total pengeringan daun kelor.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Prosedur pengukuran kadar air yaitu mengoven cawan kosong selama 1 jam dengan suhu 100-105°C dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian cawan ditimbang (a). Cawan diisi dengan daun kelor lalu ditimbang (b), kemudian dikeringkan selama 5 jam dengan suhu 105°C, setelah dikeringkan dilakukan pendinginan selama 15 menit dan ditimbang (c). Kadar air dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.1

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{b-c}{b-a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Sebelum bahan diproses, maka terlebih dahulu daun disortasi untuk mendapatkan daun kelor berwarna hijau dengan kondisi yang baik (tidak cacat). Selanjutnya daun dibersihkan untuk memisahkan partikel yang tidak dibutuhkan. Setelah semua bahan siap maka dilanjutkan ke proses pengeringan dan penggilingan.

### 3.3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu daya dan durasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh daya yang digunakan dalam pengeringan oven *microwave* dan lama proses penepungan terhadap karakteristik sifat fisik tepung daun kelor yang dihasilkan. Sebagai kontrol dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 60°C dan ditepungkan dengan durasi 3 menit. Kombinasi variabel percobaan dan kode dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Parameter penelitian mutu fisik tepung daun kelor

No	Variabel Percobaan	Perlakuan	Kode	Variabel Pengukuran
1	Daya <i>microwave</i> (W)	420 W	W1	a. Warna (a dan Chroma)
		537 W	W2	b. Daya serap air (DSA)
		723 W	W3	c. Densitas curah (DC)
2	Durasi penepungan (menit)	2 menit	t1	d. Sudut Curah
		3 menit	t2	e. Kadar Air
		5 menit	t3	f. Aktivitas Air

Berdasarkan variabel yang digunakan yaitu daya *microwave* dan durasi penepungan, akan diperoleh sembilan kombinasi perlakuan yaitu dengan kode

W1t1, W1t2, W1t3, W2t1, W2t2, W2t3, W3t1, W3t2, dan W3t3. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali sehingga akan diperoleh 18 sampel. Hasil kombinasi perlakuan digunakan untuk mengukur sifat fisik tepung daun kelor.

### 3.3.3 Pembuatan Tepung Daun Kelor

Pembuatan tepung daun kelor dimulai dengan proses pembersihan daun kelor kemudian dikeringkan. Untuk mendapatkan daun kelor kering sebagai bahan utama pembuatan tepung daun kelor dilakukan proses pengeringan pada daun tersebut. Daun kelor yang digunakan tidak memiliki cacat sebelumnya telah dibersihkan terlebih dahulu. Sebanyak  $\pm 50$  g daun kelor segar digunakan untuk proses pengeringan ini menggunakan *microwave*. Terdapat tiga perlakuan daya yang digunakan yaitu 420 W, 537 W, dan 723 W. Pengeringan dilakukan sampai kadar air pada sampel daun kelor mencapai  $\leq 7\%$  bb.

Daun kelor yang sudah kering kemudian ditepungkan. Penepungan merupakan proses pengecilan ukuran yang bertujuan untuk memudahkan bahan yang ditepungkan dalam proses penyimpanan. Proses penepungan daun kelor dilakukan menggunakan blender dengan ppm konstan. Durasi yang digunakan untuk proses penepungan yaitu 2, 3, dan 5 menit. Daun kelor yang sudah ditepungkan diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Tepung daun kelor yang lolos mesh 60 hasil proses pengayakan digunakan sebagai sampel pengukuran warna tepung, densitas curah, daya serap air, sudut curah, aktivitas air, dan kadar air.

### 3.3.4 Pengukuran Sifat Fisik Tepung Daun Kelor

Sifat fisik yang diamati meliputi rendemen, warna, densitas curah, daya serap air, sudut curah, aktivitas air, dan kadar air.

#### a. Rendemen (Halimanto, 2017)

Pengukuran rendemen dilakukan untuk mengetahui penyusutan bahan pada suatu proses pengolahan. Perhitungan nilai rendemen dengan cara membagi hasil setelah bahan diproses terhadap bobot awal sebelum bahan diproses. Nilai rendemen dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.2.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \dots\dots\dots 3.2$$

b. Pengukuran warna (Maryanto dan Yuwanti, 2007)

Pengukuran warna tepung daun kelor dilakukan dengan menggunakan *Color Reader* CR-10. Langkah pengukuran tepung daun kelor yaitu kertas putih dipindai menggunakan *color reader* untuk memperoleh target warna ( $L_t$ ,  $a_t$  dan  $b_t$ ). Kemudian bahan dipindai menggunakan *Color Reader* CR-10 pada 3 titik yang berbeda. Dari *color reader* akan didapatkan data  $dL$ ,  $d_a$ , dan  $d_b$ . Nilai  $a$ ,  $b$  yang tercantum pada *color reader* dihitung menggunakan Persamaan 3.3 hingga 3.4.

$$a = d_a + a_t \dots\dots\dots (3.3)$$

$$b = d_b + b_t \dots\dots\dots (3.4)$$

Setelah diketahui nilai  $L$ ,  $a$  dan  $b$ , dilakukan perhitungan mencari nilai dari kekuatan warna (Chroma) dengan menggunakan Persamaan 3.5.

$$CR = (a^2 + b^2)^{1/2} \dots\dots\dots (3.5)$$

c. Densitas curah (Kusumaningrum, 2007)

Pengukuran densitas curah atau dikenal juga dengan nama bulk density ( $\rho_b$ ) pada tepung daun kelor ini menggunakan gelas ukur. Tepung daun kelor sebagai massa bahan nantinya dimasukkan ke dalam gelas ukur yang memiliki volume 50 ml. Sehingga densitas curah ( $\rho_b$ ) dapat diperoleh dengan Persamaan 3.6.

$$\rho_b = \frac{mb}{v} \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan :

$\rho_b$  = densitas curah (g/ml)

$mb$  = massa total tepung (g)

$V$  = volume gelas ukur (ml)

d. Daya serap air (Kusumaningrum, 2007)

Pengukuran daya serap air dilakukan dengan menimbang tabung reaksi (A), kemudian ditambahkan aquades sebanyak 10 ml ke dalam tabung reaksi. Tepung dengan berat 1 g dimasukkan kedalam tabung reaksi (B) dan dikocok selama 1 menit. Tabung reaksi berisi tepung dan aquades didiamkan selama 30 menit, kemudian dihomogenkan dengan menggunakan sentrifugasi pada 3500 rpm selama 30 menit. Air yang ada dalam tabung reaksi dibuang, kemudian

menimbang tabung reaksi (C). Daya serap air dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.7.

$$DSA = \frac{(C-B-A)}{B} \dots\dots\dots(3.7)$$

e. Sudut curah (Kholil, 1999)

Pengukuran sudut curah dilakukan dengan cara menjatuhkan tepung daun kelor dengan ketinggian 3-5 cm melalui corong pada bidang datar beralaskan kertas putih. Pengukuran diameter dilakukan pada sisi yang sama pada setiap pengukuran. Sudut repose ditentukan dengan mengukur diameter dan tinggi tumpukan, dan dihitung menggunakan Persamaan 3.8.

$$\text{Sudut repose} = \text{arc tan} \frac{2t}{d} \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan:

t = tinggi tumpukan (cm)

d = diameter tumpukan (cm)

f. Aktivitas air (Musthofa, 2016)

Bahan yang dibutuhkan pada pengukuran ini sebanyak 5 g tepung daun kelor. Alat yang digunakan yaitu LabSwift-aw. Isi wadah sampel dengan tepung dan letakkan pada LabSwift-aw. Nilai aktivitas air dan suhu sampel awal akan ditampilkan pada layar. Kemudian tekan tombol Start untuk memulai pengukuran. Apabila kelembaban setimbang telah diketahui maka ada bunyi “beep” dan nilai dari aktivitas air ditampilkan pada layar.

g. Kadar air tepung (Halimanto, 2017)

Pengukuran kadar air tepung menggunakan metode oven dengan suhu 105°C. Prosedur pengukurannya yaitu mengoven cawan kosong selama 1 jam dengan suhu 100-105° C dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian cawan ditimbang (a). Cawan diisi dengan daun kelor lalu ditimbang (b), kemudian dikeringkan selama 5 jam dengan suhu 105° C, setelah dikeringkan dilakukan pendinginan selama 15 menit dan ditimbang (c). Kadar air dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.9.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{b-c}{b-a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.9)$$

### 3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari serangkaian pengukuran diolah menggunakan Microsoft excel dan program pengolahan data SPSS versi 23.0. Data yang telah diolah kemudian dianalisis menggunakan ANOVA dua arah untuk menganalisis perbedaan rata-rata dari pengaruh variabel daya *microwave* dan durasi penepungan terhadap mutu tepung daun. Adapun pengujian hipotesis adalah sebagai berikut:

1. Antar baris

Bentuk Hipotesis :

$H_0$  : tidak terdapat pengaruh durasi penepungan terhadap variabel pengamatan

$H_1$  : Terdapat pengaruh durasi penepungan terhadap variabel pengamatan

Kriteria pengujian hipotesis :

F hitung  $\leq$  F tabel : terima  $H_0$  dan tolak  $H_1$

F hitung  $>$  F tabel : tolak  $H_0$  dan terima  $H_1$

2. Antar kolom

Bentuk Hipotesis :

$H_0$  : tidak terdapat pengaruh daya pengeringan terhadap variabel pengamatan

$H_1$  : Terdapat pengaruh daya pengeringan terhadap variabel pengamatan

Kriteria pengujian hipotesis :

F hitung  $\leq$  F tabel : terima  $H_0$  dan tolak  $H_1$

F hitung  $>$  F tabel : tolak  $H_0$  dan terima  $H_1$

3. Interaksi kolom dan baris

Bentuk hipotesis:

$H_0$  : tidak terdapat pengaruh durasi penepungan dengan daya pengeringan terhadap sifat fisik tepung daun kelor

$H_1$  : terdapat pengaruh durasi penepungan dengan daya pengeringan terhadap sifat fisik tepung daun kelor

Kriteria pengujian hipotesis :

F hitung  $\leq$  F tabel : terima  $H_0$  dan tolak  $H_1$

$F_{hitung} > F_{tabel}$  : tolak  $H_0$  dan terima  $H_1$

Apabila terdapat perbedaan maka dilakukan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perbedaan dari variabel perlakuan. Hubungan antar parameter sifat fisik tepung daun kelor diketahui menggunakan uji korelasi pearson dan data yang dihasilkan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Hasil penelitian sifat fisik daun kelor memiliki nilai rendemen 20,94 – 23,92%, tingkat kehijauan berkisar antara 4,1 - 9,2 tingkat kekuningan sebesar 20,6 – 23,3, chroma sebesar 20,8 – 23,8, densitas curah sebesar 0,427 – 0,437g/cm<sup>3</sup>, aktivitas air berkisar antara 0,408 – 0,479, daya serap air sebesar 1,883 – 2,762 ml/g, sudut curah sebesar 43,30 – 46,14°, dan nilai kadar air 3,992 – 4,985 %bb.
2. Sifat fisik tepung kelor lebih dipengaruhi oleh daya *microwave* yang digunakan dari pada durasi penepungan. Daya *microwave* yang digunakan signifikan terhadap tingkat kehijauan dan daya serap air. Semakin tinggi daya yang digunakan warna tepung daun kelor semakin hijau. Untuk daya serap air semakin tinggi daya yang digunakan nilai daya serap air semakin rendah.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan yaitu perlunya penelitian lanjut tentang penambahan variabel pengamatan fisik tepung daun kelor dan kandungan gizi tepung daun kelor hasil pengeringan *microwave*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, Syarifah, R., Tezar, dan Y., Muflihani. 2015. *Kandungan Nutrisi dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (Moringa Oleifera)*. Vol. 5 (30): 35-34.
- Anita, S. 2009. *Studi Fisikokimia, Sifat Fungsional Karbohidrat dan Aktivitas Antioksidan Tepung Kecambah Kacang Komak (Lablab Purpunelis (L.) Sweet)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Astuti, C. C. 2017. *Analisis Korelasi untuk Mengetahui Keeratan Hubungan Antara Keaktifan Mahasiswa dengan Hasil Belajar Akhir*. Journal Of Information And Computer Teknology Education. 1(1): 1-7.
- Dewi, F.K., S., Neneng, dan G., Yudi. 2010. *Pembuatan Cookies dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (Moringa Oleifera) pada Berbagai Suhu Pemanggangan*. : 1-21.
- Djarwanto. 1996. *Mengenal Beberapa Uji Statistik dalam Penelitian*. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- Effendi, M. S. 2009. *Teknologi Pangan dan Pengawetan Pangan*. Bandung : Alfabeta.
- Estianingsih, T., dan Ahmadi. 2011. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Fatimah, Y. 2006. *Pengeringan Jamur Tiram (Pleurotus Ostreatus) Menggunakan Oven Gelombang Mikro (Microwave Oven)*. Skripsi. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Halimanto. 2017. *Karakteristik Bubuk Rebusan Daun Salam (Syzygium Polyanthum) Dengan Metode Foam Mat Drying*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Kalsum, dan Surfiana. 2013. *Karakteristik Dekstrin dan Pati Ubi Kayu yang Diproduksi dengan Metode Prigelatinisasi Parsial*. Penelitian Pertanian Terapan ISSN 1410-5020.
- Khalil. 1999. *Pengaruh kandungan air dan ukuran partikel terhadap sifat fisik pakan lokal: 1. Sudut tumpukan, daya ambang dan faktor higroskopis*. Media Peternakan, 22 (1) : 33 - 42.
- Khalil. 2006. *Pengaruh Penggilingan dan Pembakaran terhadap Kandungan Mineral dan Sifat Fisik Kulit Pensi (Corbiculla Sp) Untuk Pakan*. Media Peternakan ISSN 0126-0472.
- Krisnadi, D., A. 2015. *Kelor Super Nutrisi*. Blora : Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia.

- Kurniasari, L., I. Hartanti, dan I. Sumantri. 2008. *Kajian Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan Microwave Assited Extraction (MAE)*. *Momentum*. 2(4): 47-52.
- Kustiani, A. 2013. *Pengembangan Crackers Sumber Protein dan Mineral dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (Moringa Oleifera) dan Tepung Badan-Kepala Ikan Lele Dumbo (Clarias Gariepinus)*. Skripsi. Fakultas Ekologi Manusia IPB. Bogor.
- Kusumaningrum, A. 2007. *Penambahan Kacang-Kacangan dalam Formulasi Makanan Pendamping Air Susu Ibu (MP-ASI) Berbahan Dasar Pati Aren (Arenga Pinnata(Urmb) Merr)*. Skripsi. Fakultas teknologi pertanian IPB. Bogor.
- Leviana, W. dan V. Paramita. 2017. *Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Air dan Aktivitas Air dalam Bahan pada Kunyit (Curcuma Longa) dengan Alat Pengering Electrical Oven*. *Metana*. 13(2). 37-44.
- Lutfiyah, F. 2012. *Potensi Gizi Daun Kelor (Moringa Oleifera) Nusa Tenggara Barat*. Vol. 6 (1978): 42-50.
- Maryanto, dan S., Yuwanti. 2007. *Diktat Sifat Fisik Bahan Pangan dan Bahan Hasil Pertanian*. Jember : Universitas Jember.
- Mujumdar. 2013. *Drying Technology in Agriculture and Food Sciences*. USA: Science Publishers, Inc. Enfield (NH).
- Musthofa, J., G. *Evaluasi Mutu Fisik Bubuk Daun Salam (Syzygium Polyanthum(Wight.) Walp.) Hasil Pengeringan Microwave*. Jember : Universitas Jember.
- Nazimuddin. 2014. *Mutu Fisik Tepung Ubi Jalar (Ipomoea Batatas L.) Hasil Pengeringan Microwave yang Dipengaruhi Varietas dan Durasi Proses Penepungan*. Jember : Universitas Jember.
- Nurismanto, R., U., Sarofa, dan T., Setyowatik. Tanpa Tahun. *Aktivitas Antioksidan Komponen Fungsional Tepung Daun Kelor (Moringa oleifera lam)*. Fakultas teknik industri UPN Veteran.
- Prabowo, B. 2010. *Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Millet Kuning dan Tepung Millet Merah*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Qomariyah, N. 2004. *Uji Drajat Keasaman (pH), Kalarutan, Kerapatan dan Sudut Tumpukan untuk Mengetahui Kualitas Bahan Pakan Sumber Protein*. Skripsi. Fakultas Peternakan IPB. Bogor.

- Rohadi. 2009. *Sifat Fisik Bahan dan Aplikasinya dalam Industri Pangan*. Semarang: Semarang University Press.
- Sakti, H., S., Lestari, dan A., Supriadi. 2016. *Perubahan Mutu Ikan Gabus (Channa Striata) Asap Selama Penyimpanan*. Jurnal Teknologi Hasil Perikanan ISSN 2302-6936. Vol. 5(1) : 11-18.
- Saputra, A., dan S.D.K, Ningrum. 2010. *Pengeringan Kunyit Menggunakan Microwave dan Oven*. Skripsi. Fakultas teknik UNDIP. Semarang.
- Shaw. M., V., Meda, Jr., Tabil, dan A., Opoku. 2007. *Drying and Color of Coriander Foliage Using Convective Thin-Layer and Microwave Drying*. Department of Agricultural and Bioresource Engineering, University of Saskatchewan. Canada S7N 5A9.
- Waluyo, S. 2001. *Teknik Pengolahan Hasil Pertanian 1. Penuntun Praktikum*. Fakultas Pertanian, UNILA. Lampung.
- Widodo, I. F., G., Priyanto, dan Hermanto. 2015. *Karakteristik Bubuk Daun Jeruk Purut (Cytrus hystrix DC) dengan Metode Foam Mat Drying*. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2015. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Widyasanti, A., Sudaryanto, R., Arini, dan A., Asga. 2018. *Pengaruh Suhu Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Optik Brokoli Selama Proses Pengeringan Vakum dengan Tekanan 15cmHg*. Jurnal Teknologi Pertanian Andalas ISSN 1410-1920. Vol. 22, No 1.
- Winarno, F.G., S. Fardiaz, dan D. Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: Penerbit PT Gramedia.
- Windawati, V. 2016. *Kajian Mutu Fisik Tepung Wortel (Daucus Carota L.) Hasil Pengeringan Menggunakan Microwave*. Jember : Universitas Jember.
- Younes, O. S., M. A Sorour, dan E. N.Mohamed,. 2016. *Effect of Microwave on Drying of Parsley Plant*. Middle East Journal of Applied. ISSN 2077-4613.
- Yulianti, D., B., Susilo, dan R., Yulianingsih. 2014. *Pengaruh Lama Ekstraksi dan Konsentrasi Pelarut Etanol Terhadap Sifat Fisik-Kimia Ekstrak Daun Stevia (Stevia Rebaudiana Bertoni M.) dengan Metode Microwave Assited Extraction (MAE)*. Fakultas Teknologi Pertanian : Universitas Brawijaya.
- Yulianti, R. 2008. *Pembuatan Minuman Jeli Daun Kelor (Moringa Oleifera Lamk) Sebagai Sumber Vitamin C dan  $\beta$  – Karoten*. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran A. Perhitungan pengukuran sifat fisik tepung daun kelor

1. Pengukuran Kadar Air

$$\text{Kadar Air (bb\%)} = \frac{b-c}{b-a} \times 100\%$$

$$a \text{ (cawan kosong)} = 3,514$$

$$b \text{ (cawan + bahan)} = 5,494$$

$$c \text{ (cawan + bahan setelah dikeringkan)} = 4,085$$

$$\text{Ka (\%)} = \frac{5,494-4,085}{5,494-3,514} \times 100\%$$

$$= \frac{1,409}{2,011} \times 100\%$$

$$= 70,06 \%$$

2. Rendemen

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{86,06}{336,90} \times 100\%$$

$$= 25,55\%$$

3. Warna

$$\text{Standart (kertas HVS putih)} \quad a_t = 1,5; \quad b_t = -0,5$$

$$\text{Nilai color reader} \quad d_a = -5,2; \quad d_b = 23,2$$

Tingkat kemerahan

$$\begin{aligned} a &= d_a + a_t \\ &= (-5,2) + 1,5 \\ &= -4,6 \end{aligned}$$

Tingkat kekuningan

$$\begin{aligned} b &= d_b + b_t \\ &= 23,2 + 0,5 \\ &= 22,5 \end{aligned}$$

Crhoma

$$\begin{aligned} \text{CR} &= (a^2 + b^2)^{1/2} \\ &= ((-4,6)^2 + (22,5)^2)^{1/2} \\ &= ((21,16) + (506,25))^{1/2} \\ &= (527,41)^{1/2} \\ &= 22,97 \end{aligned}$$

4. Densitas Curah

$$\rho_b = \text{densitas curah (g/ml)}$$

$$m_b \text{ (massa total tepung (g))} = 21,443$$

$$V \text{ ( volume gelas ukur (ml))} = 50$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{mb}{v} \\ &= \frac{21,443}{50} \\ &= 0,428\text{g/ml}\end{aligned}$$

5. Daya Serap Air

A (berat tabung reaksi) = 12,497

B (berat bahan) = 1 g

C (berat akhir) = 16,083

$$\begin{aligned}\text{DSA} &= \frac{(C-B-A)}{B} \\ &= \frac{(16,083-1-12,497)}{1} \\ &= 2,59\end{aligned}$$

6. Sudut Curah

t (tinggi tumpukan) = 3 cm

d (diameter tumpukan) = 5,83 cm

$$\begin{aligned}\text{Sudut repose} &= \text{arc tan } \frac{2t}{d} \\ &= \text{arc tan } \frac{23}{5,83} \\ &= 45,81^\circ\end{aligned}$$

**Lampiran B. Data hasil pengukuran sifat fisik tepung daun kelor****1. Data Pengukuran Nilai Tingkat Kemerahan (a) Hasil Pengeringan *Microwave***

		Daya (W)			Jumlah	Rata-rata	St. Dev
		420	537	723			
Durasi (menit)	2	-5,9	-6,7	-6,7	-19,4	-6,5	1,3
		-4,6	-5,4	-8,3	-18,2	-6,1	
	3	-4,1	-6,0	-7,5	-17,6	-5,9	2,0
		-4,9	-4,6	-9,2	-18,7	-6,2	
	5	-5,8	-6,9	-7,6	-20,3	-6,8	1,8
		-4,2	-8,1	-9,2	-21,5	-7,2	
Jumlah		-29,5	-37,6	-48,5			
Rata-rata		-4,9	-6,3	-8,1			
St. Dev		0,8	1,2	1,0			

**Nilai Tingkat Kemerahan (a) Hasil Pengeringan Oven**

Suhu Oven	Durasi (menit)	A		Rata2	St.Deviasi
		U1	U2		
60° C	3	-8,17	-9,27	-8,72	0,78

**2. Data Pengukuran Nilai Tingkat Kekuningan (b) Hasil Pengeringan *Microwave***

		Daya (W)			Jumlah	Rata-rata	St. Dev
		420	537	723			
Durasi (menit)	2	21,0	21,1	21,6	63,7	21,2	0,7
		22,3	22,7	22,4	67,3	22,4	
	3	21,7	20,6	21,8	64,1	21,4	0,9
		22,5	22,1	23,3	67,9	22,6	
	5	21,8	21,3	22,3	65,4	21,8	0,8
		23,0	23,0	23,3	69,3	23,1	
Jumlah		132,2	130,8	134,7			
Rata-rata		22,0	21,8	22,4			
St. Dev		0,7	0,9	0,7			

**Nilai Tingkat Kekuningan (b) Hasil Pengeringan Oven**

Suhu Oven	Durasi (menit)	b		Rata2	St.Deviasi
		U1	U2		
60° C	3	24,07	24,87	24,47	0,57

3. Data Pengukuran Nilai Chroma Hasil Pengeringan *Microwave*

		Daya (W)			Jumlah	Rata-rata	St. Dev
		420	537	723			
Durasi (menit)	2	21,2	22,2	22,4	65,8	21,9	0,9
		22,7	23,3	23,8	69,8	23,3	
	3	22,2	20,8	22,6	65,6	21,9	1,0
		23,2	22,6	23,7	69,5	23,2	
	5	22,6	21,9	23,6	68,0	22,7	0,6
		23,3	22,8	23,4	69,5	23,2	
Jumlah		135,3	133,5	139,4			
Rata-rata		22,5	22,2	23,2			
St. Dev		0,8	0,9	0,6			

## Nilai Chroma Hasil Pengeringan Oven

Suhu Oven	Durasi (menit)	Chroma		Rata2	St.Deviasi
		U1	U2		
60° C	3	25,46	26,30	25,88	0,59

4. Data Pengukuran Nilai Densitas Curah Hasil Pengeringan *Microwave*

		Daya (W)			Jumlah	Rata-rata	St. Dev
		420	537	723			
Durasi (menit)	2	0,427	0,427	0,427	1,281	0,4	0,0
		0,429	0,431	0,427	1,287	0,4	
	3	0,428	0,430	0,428	1,287	0,4	0,0
		0,430	0,431	0,436	1,297	0,4	
	5	0,428	0,429	0,431	1,288	0,4	0,0
		0,436	0,437	0,436	1,309	0,4	
Jumlah		2,578	2,586	2,585			
Rata-rata		0,4	0,4	0,4			
St. Dev		0,0	0,0	0,0			

## Nilai Densitas Curah Hasil Pengeringan Oven

Suhu Oven	Durasi (menit)	Densitas Curah		Rata2	St.Deviasi
		U1	U2		
60° C	3	0,409	0,401	0,41	0,01

5. Data Pengukuran Nilai Aktivitas Air Hasil Pengeringan *Microwave*

		Daya (W)			Jumlah	Rata-rata	St. Dev
		420	537	723			
<b>Durasi (menit)</b>	2	0,425	0,461	0,477	1,364	0,5	0,0
		0,408	0,451	0,447	1,306	0,4	
	3	0,479	0,454	0,472	1,405	0,5	0,0
		0,465	0,428	0,445	1,338	0,4	
	5	0,425	0,465	0,470	1,360	0,5	0,0
		0,444	0,448	0,454	1,346	0,4	
Jumlah		2,646	2,707	2,766			
Rata-rata		0,4	0,5	0,5			
St. Dev		0,0	0,0	0,0			

## Nilai Aktivitas Air Hasil Pengeringan Oven

Suhu Oven	Durasi (menit)	Aktivitas Air		Rata2	St.Deviasi
		U1	U2		
60° C	3	0,437	0,473	0,455	0,03

6. Data Pengukuran Nilai Daya Serap Air Hasil Pengeringan *Microwave*

		Daya (W)			Jumlah	Rata-rata	St. Dev
		420	537	723			
<b>Durasi (menit)</b>	2	2,762	1,883	2,069	6,714	2,2	0,4
		2,712	2,417	2,082	7,211	2,4	
	3	2,542	2,178	2,020	6,741	2,2	0,2
		2,413	2,119	2,230	6,762	2,3	
	5	2,502	2,357	1,999	6,858	2,3	0,2
		2,283	2,164	2,330	6,777	2,3	
Jumlah		15,214	13,118	12,730			
Rata-rata		2,5	2,2	2,1			
St. Dev		0,2	0,2	0,1			

## Nilai Daya Serap Air Hasil Pengeringan Oven

Suhu Oven	Durasi (menit)	DSA (ml/g)		Rata2	St.Deviasi
		U1	U2		
60° C	3	3,012	2,916	2,96	0,07



7. Data Pengukuran Nilai Sudut Curah Hasil Pengeringan *Microwave*

		Daya (W)			Jumlah	Rata-rata	St. Dev
		420	537	723			
Durasi (menit)	2	43,3	45,6	45,2	134,1	44,7	0,8
		44,7	45,3	45,4	135,4	45,1	
	3	45,3	44,6	45,4	135,4	45,1	0,4
		45,3	45,7	45,7	136,6	45,5	
	5	44,8	46,1	45,6	136,5	45,5	0,5
		45,6	45,0	45,5	136,1	45,4	
	Jumlah	268,9	272,4	272,8			
	Rata-rata	44,8	45,4	45,5			
	St. Dev	0,8	0,5	0,2			

## Nilai Sudut Curah Hasil Pengeringan Oven

Suhu Oven	Durasi (menit)	Sudut Curah (°)		Rata2	St.Deviasi
		U1	U2		
60° C	3	45,28	44,27	44,78	0,71

8. Data Pengukuran Nilai Kadar Air Hasil Pengeringan *Microwave*

		Daya (W)			Jumlah	Rata-rata	St. Dev
		420	537	723			
Durasi (menit)	2	4,455	4,192	4,573	13,219	4,4	0,3
		4,159	3,992	4,667	12,818	4,3	
	3	4,528	4,369	4,985	13,881	4,6	0,3
		4,482	3,982	4,260	12,724	4,2	
	5	4,178	4,251	4,659	13,087	4,4	0,2
		4,291	4,695	4,141	13,126	4,4	
	Jumlah	26,091	25,480	27,284			
	Rata-rata	4,3	4,2	4,5			
	St. Dev	0,2	0,3	0,3			

## Nilai Kadar Air Hasil Pengeringan Oven

Suhu Oven	Durasi (menit)	Ka Tepung (%bb)		Rata2	St.Deviasi
		U1	U2		
60° C	3	4,185	4,098	4,14	0,06

**Lampiran C. Hasil uji Anova sifat fisik tepung daun kelor hasil pengeringan microwave**

Parameter	Source of Variance	SS	df	MS	F Hitung	F Tabel
Cr	Durasi	0,553	2	0,28	0,41	4,26
	Daya	3,075	2	1,54	2,28	4,26
	Durasi*Daya	1,758	4	0,44	0,65	3,63
	Galat	6,057	9	0,67		
	Total	11,444	17			
DC	Durasi	0,000	2	0,00	2,76	4,26
	Daya	0,000	2	0,00	0,26	4,26
	Durasi*Daya	0,000	4	0,00	0,17	3,63
	Galat	0,000	9	0,00		
	Total	0,000	17			
Aw	Durasi	0,000	2	0,00	1,07	4,26
	Daya	0,001	2	0,00	2,82	4,26
	Durasi*Daya	0,003	4	0,00	3,60	3,63
	Galat	0,002	9	0,00		
	Total	0,007	17			
DSA	Durasi	0,016	2	0,01	0,26	4,26
	Daya	0,595	2	0,30	9,80	4,26
	Durasi*Daya	0,138	4	0,03	1,13	3,63
	Galat	0,273	9	0,03		
	Total	1,022	17			
SC	Durasi	0,922	2	0,46	1,59	4,26
	Daya	1,500	2	0,75	2,59	4,26
	Durasi*Daya	1,425	4	0,36	1,23	3,63
	Galat	2,607	9	0,29		
	Total	6,454	17			
Ka	Durasi	0,028	2	0,01	0,20	4,26
	Daya	0,281	2	0,14	1,95	4,26
	Durasi*Daya	0,276	4	0,07	0,96	3,63
	Galat	0,646	9	0,07		
	Total	1,231	17			

Keterangan :

Cr : Chroma

DC : Densitas Curah ( $\text{gr/cm}^3$ )

Aw : Aktivitas Air

DSA : Daya Serap Air (ml/gr)

SC : Sudut Curah ( $^\circ$ )

Ka : Kadar Air (%)

**Lampiran D. Hasil uji Duncan sifat fisik tepung daun kelor hasil pengeringan *microwave***1. Variabel daya *microwave*

Daya Microwave	Sifat Fisik								
	L	a	b	Cr	DC	Aw	DSA	SC	Ka
420	49,45±0,6	-4,92±0,8c	22,05±0,7	22,53±0,8	0,43±0,003	0,44±0,03	2,54±0,2b	44,83±0,8	4,35±0,2
537	49,05±1,1	-6,28±1,2b	21,80±0,9	22,27±0,9	0,43±0,003	0,45±0,01	2,19±0,2a	45,38±0,5	4,25±0,3
723	49,33±0,4	-8,08±1,0a	22,45±0,7	22,25±0,6	0,43±0,004	0,46±0,01	2,12±0,1a	45,47±0,2	4,55±0,3

Keterangan : Abjad yang sama dalam satu kolom menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata secara statistik pada  $\alpha$  0,05 metode Duncan

## 2. Variabel durasi penepungan

Durasi Penepungan	Sifat Fisik								
	L	a	b	Cr	DC	Aw	DSA	SC	Ka
2	49,18±0,8	-6,27±1,3	21,85±0,7	22,60±0,9	0,43±0,002	0,44±0,02	2,32±0,4	44,92±0,8	4,37±0,3
3	49,05±0,9	-6,05±2,0	22,00±0,9	22,52±1,0	0,43±0,003	0,46±0,02	2,25±0,2	45,33±0,4	4,34±0,3
5	49,60±0,6	-6,97±1,8	22,45±0,8	22,93±0,6	0,43±0,004	0,45±0,02	2,27±0,2	45,43±0,5	4,44±0,2

Keterangan : Abjad yang sama dalam satu kolom menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata secara statistik pada  $\alpha$  0,05 metode Duncan

L : Tingkat Kecerahan

Aw : Aktivitas Air

a : Tingkat Kemerahan

DSA : Daya Serap Air (ml/gr)

b : Tingkat Kekuningan

SC : Sudut Curah (°)

Cr : Chroma

Ka : Kadar Air (%)

DC : Densitas Curah (gr/ml)

**Lampiran E. Hasil uji Korelasi daya *microwave* dan durasi penepungan terhadap sifat fisik tepung daun kelor**

Parameter	W	t	Cr	DC	Aw	DSA	SC	Ka
W	1							
t	,000	1						
Cr	,409	,194	1					
DC	,129	,570*	,446	1				
Aw	,418	,086	,034	-,103	1			
DSA	-,667**	-,064	-,228	-,075	-,510*	1		
SC	,406	,324	,536*	,283	,464	-,367	1	
Ka	,356	,017	,013	-,179	,502*	,092	-,102	1

\* Korelasi signifikan pada taraf  $\alpha \leq 0.05$

\*\* Korelasi signifikan pada taraf  $\alpha \leq 0.01$

Keterangan :

Cr	: Chroma	DSA	: Daya Serap Air (ml/gr)
DC	: Densitas Curah (gr/ml)	SC	: Sudut Curah (°)
Aw	: Aktivitas Air	Ka	: Kadar Air (%)

Lampiran F. Gambar proses pengeringan daun kelor



Daun kelor segar



Hasil pengeringan *microwave*



Hasil pengeringan oven konvesional



Tepung daun kelor ulangan 1



Tepung daun kelor ulangan 2



Proses penepungan daun kelor



Proses pengayakan daun kelor



Proses Pengukuran Warna



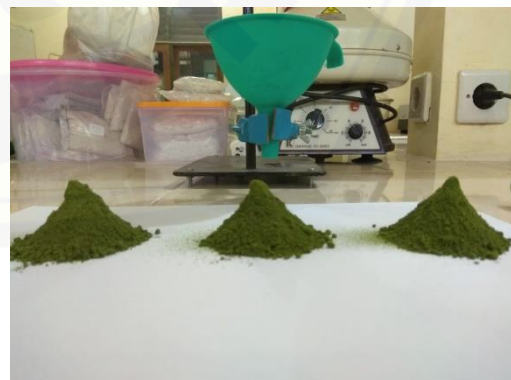
Proses daya serap air



Pengukuran Densitas curah



Pengukuran aktivitas air



Pengukuran sudut curah