



**SIFAT ENJINIRING TEPUNG JAHE MERAH HASIL PENDINGINAN
*MICROWAVE***

SKRIPSI

Oleh

**Feri Ardani
NIM 141710201008**

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



**SIFAT ENJINIRING TEPUNG JAHE MERAH HASIL PENGERINGAN
*MICROWAVE***

SKRIPSI

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

Oleh

Feri Ardani
NIM 141710201008

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Yahman dan Ibu Triasih yang tercinta;
2. Keluarga besar dan para sahabat yang telah memberi dukungan;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



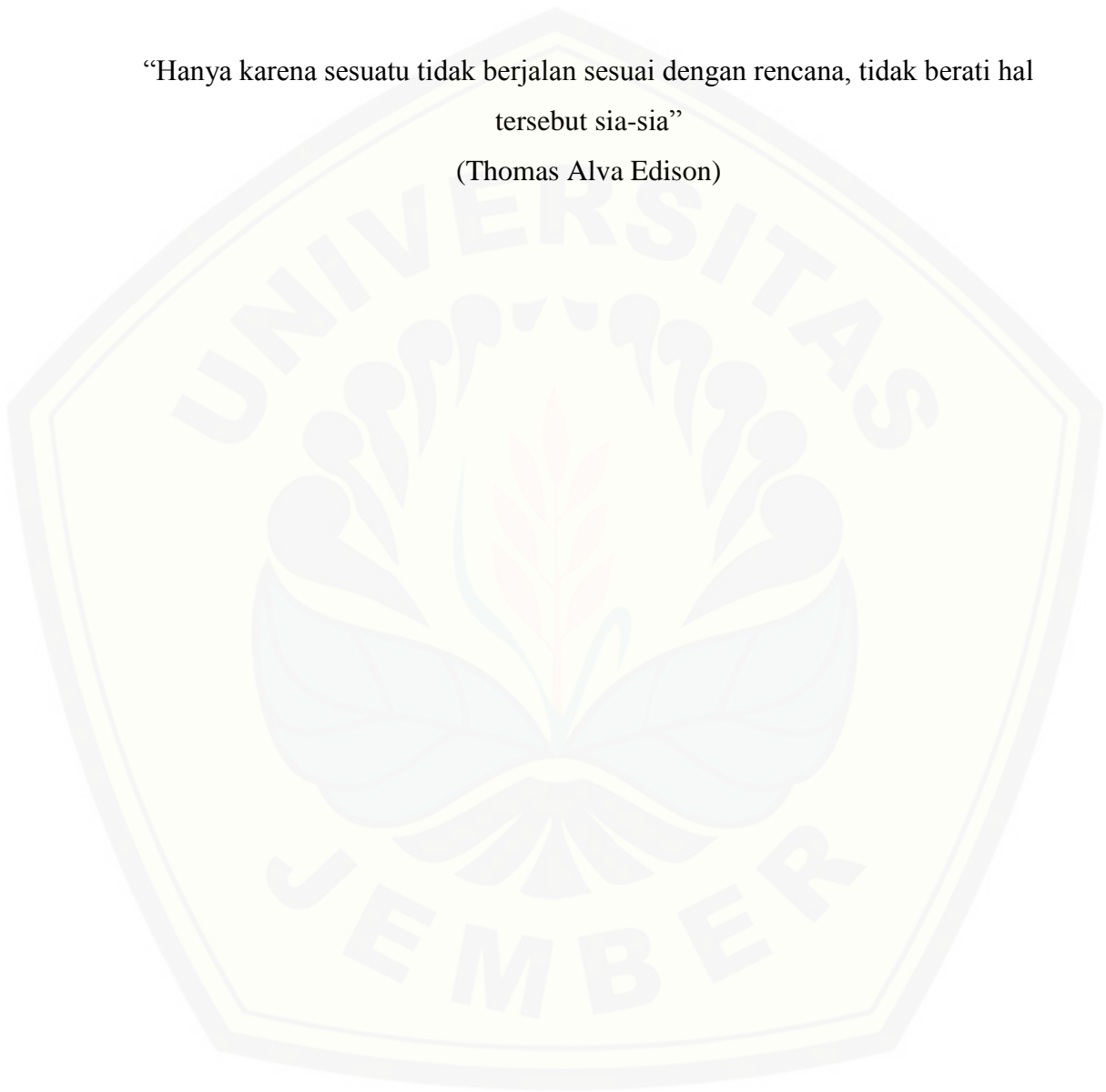
MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesusahan (kesulitan) ada kemudahan”

(Surat Al-Insyirah ayat 6)

“Hanya karena sesuatu tidak berjalan sesuai dengan rencana, tidak berarti hal tersebut sia-sia”

(Thomas Alva Edison)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Feri Ardani

NIM : 141710201008

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Sifat Enjiniring Tepung Jahe Merah Hasil Pengeringan *Microwave*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudia hari ini tidak benar.

Jember, 21 Januari 2019

Yang menyatakan,

Feri Ardani
NIM 141710201008

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Sifat Enjiniring Tepung Jahe Merah Hasil Pengeringan *Microwave*” telah diuji dan disahkan pada:

hari : Senin
tanggal : 21 Januari 2019
tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M. Si.
NIP 197407071999031001

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota,

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

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

Mengesahkan,

Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarto, S. TP., M. Eng.
NIP 196809031994031009

RINGKASAN

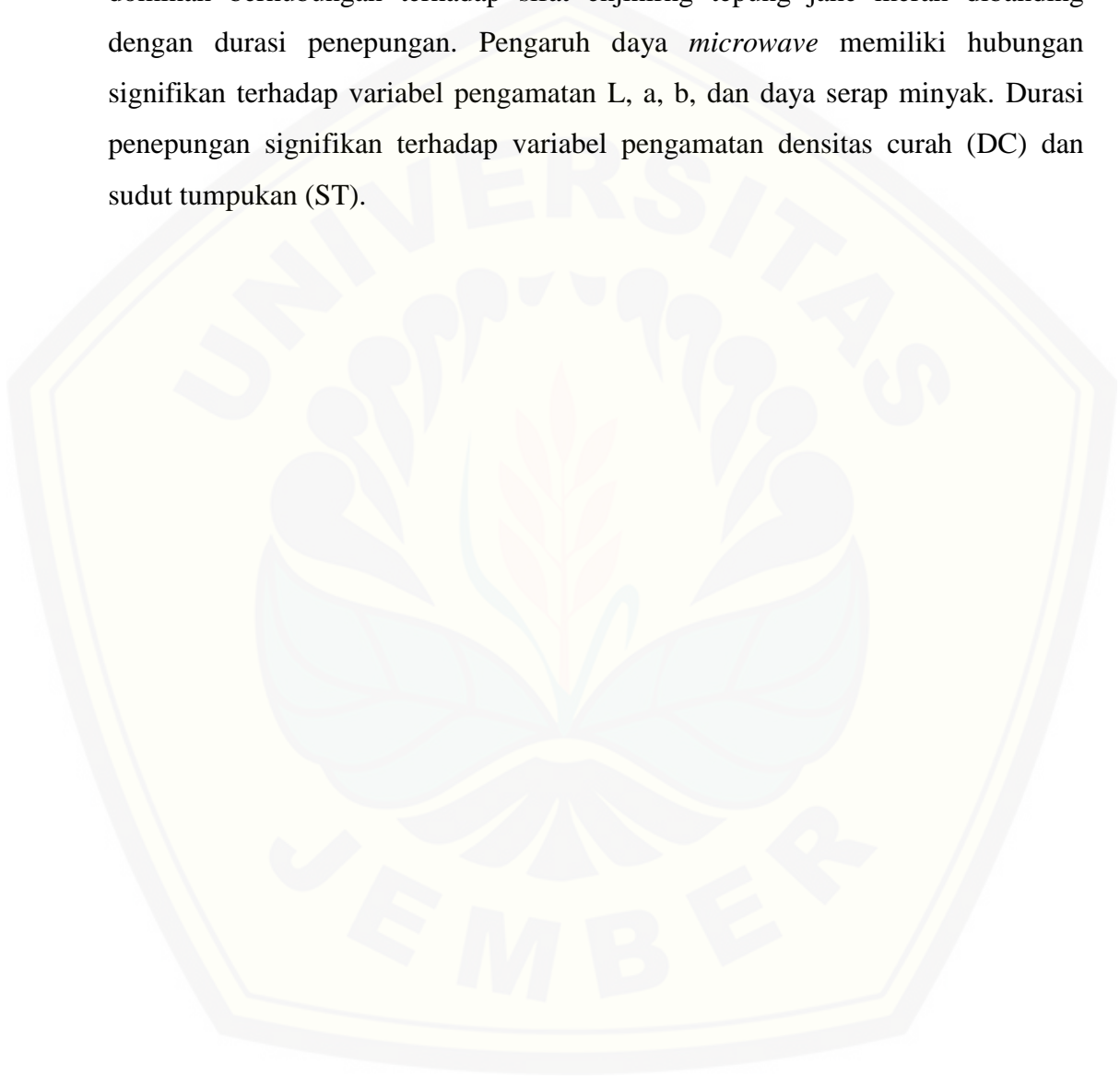
Sifat Enjiniring Tepung Jahe Merah Hasil Pengeringan *Microwave*; Feri Ardani, 141710201008; 2018; 53 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Jahe merah merupakan salah satu jenis tanaman jahe yang tumbuh di Indonesia, yang memiliki kandungan minyak atsiri dan oleoresin yang lebih tinggi dari jahe lainnya. Jahe merah setelah melewati masa panen apabila tidak segera diolah dapat menyebabkan kerusakan sehingga membuat mutunya menurun. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan proses pengeringan, salah satunya dengan menggunakan *microwave*. Penggunaan *microwave* ini memiliki keuntungan seperti dapat menghemat waktu dan biaya. Hasil pengeringan kemudian ditepungkan agar bentuknya seragam dan memudahkan dalam penyimpanan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan *microwave* dan mempelajari hubungan daya *microwave* dan durasi penepungan terhadap sifat enjiniring tepung jahe merah.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai April 2018 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Bahan yang digunakan yaitu jahe merah yang diperoleh dari pasar Ngronggo Kota Kediri. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan dua faktor, yaitu: daya *microwave* (340, 525, dan 630 W) dan durasi penepungan (3, 5, dan 7 menit). Tepung jahe merah hasil pengeringan oven (60°C) dijadikan pembanding terhadap tepung hasil pengeringan *microwave*. Data yang diperoleh yaitu sifat enjiniring tepung jahe merah meliputi warna, sudut tumpukan, densitas curah, daya serap air dan daya serap minyak.

Hasil penelitian menunjukkan kadar air jahe merah segar berkisar 83,42-88,66% sedangkan kadar air jahe hasil pengeringan 6,96-7,80%. Jahe merah yang sudah dikeringkan kemudian ditepungkan dan diayak dengan ayakan 60 *mesh*. Tepung jahe merah yang lolos ayakan kemudian diukur sifat enjiniringnya. Sifat

enjiniring tepung jahe merah yang dihasilkan yaitu memiliki L antara 50,4-52,6; a antara 7,1-8,0; b antara 22,1-23,6; densitas curah antara 0,42-0,45 g/cm³; sudut tumpukan antara 45,5°-47,6°; daya serap air antara 3,38-4,02 ml/g; dan daya serap minyak antara 1,16-1,37 ml/g. Berdasarkan hasil penelitian, daya *microwave* lebih dominan berhubungan terhadap sifat enjiniring tepung jahe merah dibanding dengan durasi penepungan. Pengaruh daya *microwave* memiliki hubungan signifikan terhadap variabel pengamatan L, a, b, dan daya serap minyak. Durasi penepungan signifikan terhadap variabel pengamatan densitas curah (DC) dan sudut tumpukan (ST).



SUMMARY

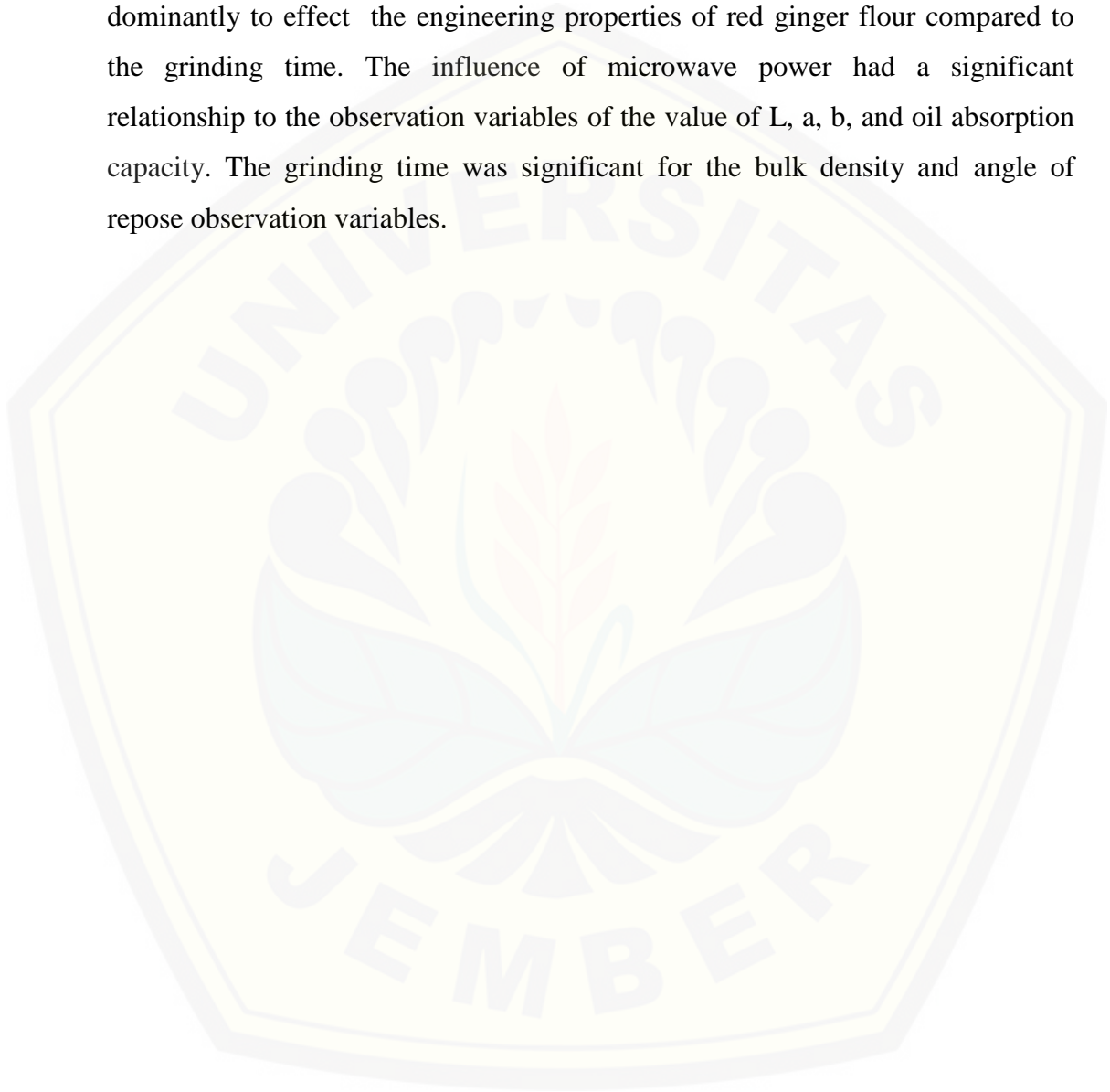
Engineering Properties of Red Ginger Flour Produced using Microwave Oven Dryer; Feri Ardani, 141710201008; 53 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Red ginger is one type of ginger varieties which grow in Indonesia and contain essential oils and oleoresin which is detected higher than other ginger. If red ginger did not apply production after harvesting as soon as possible, it may cause damage so that it can only have low quality. To overcome this problem the drying process should be carried out, one of them is by using a microwave. Microwave application had some advantages to save time and cost. The results of drying process were then grinding so that they have similar shape and ease the storage. This research aimed to determine engineering properties of red ginger flour dried using microwave oven and to study the correlation of microwave power and grinding time to engineering properties of red ginger flour.

This research was conducted from February to April 2018 in Laboratory of Engineering Agricultural Products, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. The material used was red ginger obtained from the Ngronggo market in Kediri City. The research was done using random complete design method with two variables they are microwave power (340, 525, and 630 W) and grinding time (3, 5, and 7 minutes). Red ginger flour from oven drying (60°C) was used as a comparison to the microwave dried flour. The data obtained were the engineering properties of red ginger flour including color, angle of repose, bulk density, water absorption and oil absorption.

The result showed that water content of fresh red ginger ranged 83,42-88,66% (wb) and the water content of red ginger the result of microwave drying ranged 6,96-7,80% (wb). Dried red ginger was then grinded and sieved using sieve 60 mesh size. Red ginger flour which pass through a sieve was then measured in terms of the engineering properties. The engineering properties of the

red ginger flour produced from several variable L was 50,4 - 52,6; a was 7,1 - 8,0; b was 22,1 - 23,6; bulk density was 0,42 - 0,45 g/cm³; angle of repose was 45,5° - 47,6°; water absorption capacity was 3,38 - 4,02 ml/g; and oil absorption capacity was 1,16 - 1,37 ml/g. Based on the results, microwave power was more dominantly to effect the engineering properties of red ginger flour compared to the grinding time. The influence of microwave power had a significant relationship to the observation variables of the value of L, a, b, and oil absorption capacity. The grinding time was significant for the bulk density and angle of repose observation variables.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul “Sifat Enjiniring Tepung Jahe Merah Hasil Pengeringan *Microwave*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

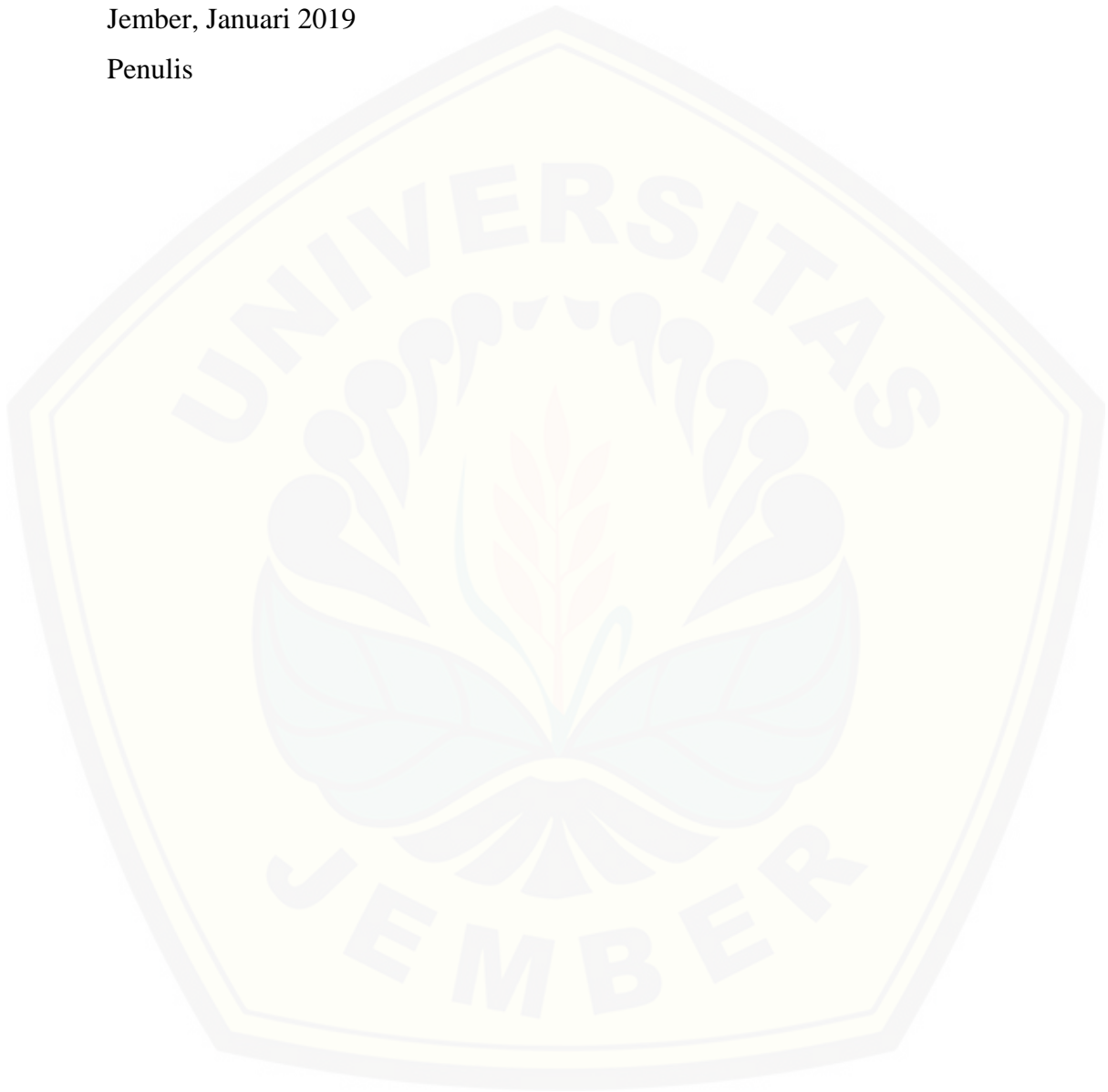
Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari kendala-kendala yang ada, namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat terselasaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis tidak lupa menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan nasihat, arahan, bimbingan, kritik, dan saran yang berguna bagi penyusunan skripsi ini;
2. Dr. Dedy Wirawan S., S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan arahan dan perbaikan yang berguna bagi penyusunan skripsi ini;
3. Dr. Ir. Heru Ernanda M. T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Seluruh dosen pengampu matakuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalamannya selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Bapak, Ibu dan keluarga besar tercinta untuk segala doa, kasih sayang, nasihat, dukungan, semangat, dan pengorbanan selama ini;
6. Teman-teman di Kelas TEP A dan TEP angkatan 2014 yang telah membantu memberikan dukungan dan semangat selama penulisan skripsi ini;
7. Teman-teman satu minat penelitian (Enjiniring Hasil Pertanian) yang saling membantu dalam proses pelaksanaan penelitian;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan karya tulis ilmiah ini. Akhirnya penulis berharap, semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
RINGKASAN / SUMMARY	vi
PRAKARTA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Karakteristik Jahe Merah	4
2.2 Penanganan Pasca Panen Jahe	4
2.3 Pengeringan	5
2.4 Microwave	7
2.5 Tepung Jahe	8
2.6 Karakteristik Sifat Enjiniring	9
2.6.1 Warna	9
2.6.2 Densitas Curah	9
2.6.3 Sudut Tumpukan	10
2.6.4 Daya Serap Air	10
2.6.5 Daya Serap Minyak	10
2.7 Pengaruh Pengeringan terhadap Mutu Produk Jahe	10
2.8 Aktivitas Air (a_w)	11
2.9 Pencoklatan Non-enzimatis	11
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	13
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.3.1 Persiapan Bahan	15
3.3.2 Pengukuran Kadar Air (%bb)	15
3.3.3 Rancangan Penelitian	15
3.3.4 Pengeringan <i>Microwave</i>	16
3.3.5 Penepungan	17

3.3.6 Pengayakan	17
3.3.7 Pengukuran Variabel Pengamatan	18
3.4 Analisis Data	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Proses Pengeringan Jahe Merah	21
4.2 Proses Pengayakan dan Penepungan Jahe Merah	22
4.3 Karakteristik Sifat Enjiniring Tepung Jahe Merah pada Beragam Daya Pengereng Microwave dan Durasi Penepungan	22
4.4 Warna	26
4.4.1 Tingkat Kecerahan (L)	27
4.4.2 Sudut Warna (a)	28
4.4.3 Sudut Warna (b)	30
4.5 Densitas Curah	31
4.6 Sudut Tumpukan	33
4.7 Daya Serap Air	35
4.8 Daya Serap Minyak	37
BAB 5. KESIMPULNA DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

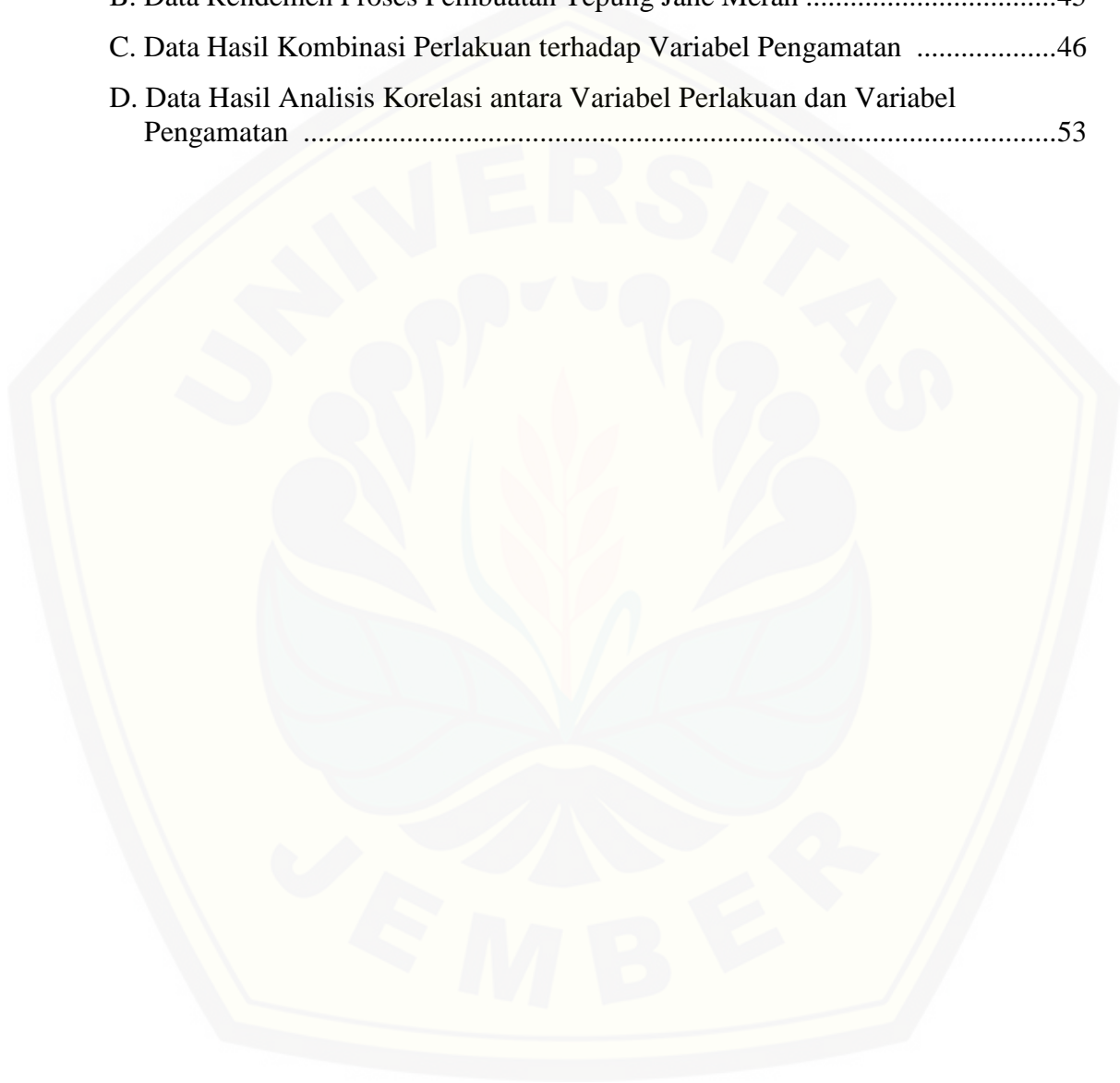
	Halaman
3.1 Variabel perlakuan dan variabel pengamatan penelitian sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan <i>microwave</i>	16
3.2 Variabel perlakuan dan variabel pengamatan tepung jahe merah hasil pengeringan oven konveksi	16
4.1 Kadar air jahe merah sebelum dan sesudah pengeringan	21
4.2 Analisis anova sifat enjiniring tepung jahe merah	23
4.3 Hasil uji duncan sifat enjiniring tepung jahe merah terhadap pengeringan <i>microwave</i>	25
4.4 Hasil uji duncan sifat enjiniring tepung jahe merah terhadap durasi penepungan	25
4.5 Parameter statistik variabel pengamatan dan korelasi antara variabel pengamatan dengan variabel perlakuan	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram alir penelitian	14
4.1 Grafik hubungan antara daya <i>microwave</i> dengan L pada berbagai durasi penepungan	28
4.2 Grafik hubungan antara daya <i>microwave</i> dengan a pada berbagai durasi penepungan	29
4.3 Grafik hubungan antara daya <i>microwave</i> dengan b pada berbagai durasi penepungan	31
4.4 Grafik hubungan antara durasi penepungan dengan densitas curah pada berbagai daya <i>microwave</i>	33
4.5 Grafik hubungan antara durasi penepungan dengan sudut tumpukan pada berbagai daya <i>microwave</i>	35
4.6 Grafik hubungan antara daya <i>microwave</i> dengan daya serap air pada berbagai durasi penepungan	36
4.7 Grafik hubungan antara daya <i>microwave</i> dengan daya serap minyak pada berbagai durasi penepungan	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data Penurunan Berat Jahe Merah	44
B. Data Rendemen Proses Pembuatan Tepung Jahe Merah	45
C. Data Hasil Kombinasi Perlakuan terhadap Variabel Pengamatan	46
D. Data Hasil Analisis Korelasi antara Variabel Perlakuan dan Variabel Pengamatan	53



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk ke dalam negara pemasok jahe terbesar selain negara Thailand, Cina, Brazil dan India. Hal ini dapat dilihat dari jumlah produksi jahe di Indonesia yang semakin tahun semakin meningkat, yaitu pada tahun 2015 produksi jahe sebanyak 313.064.070 kg dan pada tahun 2016 mencapai 340.341.081 kg (Kementrian Pertanian, 2017).

Di Indonesia terdapat 3 jenis tanaman jahe yang dibedakan berdasarkan warna, aroma, bentuk dan besar rimpang, yaitu jahe merah (suntil), jahe putih kecil (emprit) dan jahe putih besar (gajah). Jahe merah memiliki keunggulan dari pada jahe yang lain yaitu kandungan minyak atsiri 2,58-2,78 % dihitung dari berat kering dan oleoresin 3% lebih banyak. Oleoresin ini dapat diketahui dari aroma pedas jahe merah yang sangat tinggi (Herlina, 2002). Pemanfaatan jahe merah ini banyak dilakukan pada sektor obat dan sudah terbukti berkhasiat menyembuhkan beberapa jenis penyakit, seperti pencahar, penguat lambung, peluluh masuk angin, sakit encok, sakit pinggang dan lain-lain. Selain itu kulit jahe merah juga dimanfaatkan untuk obat mencret dan disentri (Herlina, 2002).

Jahe merah memiliki kandungan air yang cukup tinggi yaitu sekitar $\pm 90\%$, sehingga mudah mengalami kerusakan (pembusukan) dan menurunkan mutu dari jahe merah tersebut (Sembiring dan Yuliani, Tanpa Tahun). Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan pengeringan. Pengeringan merupakan metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dengan cara menguapkan air tersebut dengan bantuan energi panas (Winarno *et al.*, 1980). Proses pengeringan dapat menggunakan beberapa cara seperti pengeringan langsung dengan sinar matahari atau dengan alat bantu mekanis. Namun pengeringan langsung dengan matahari memiliki banyak kekurangan, seperti suhu yang tidak stabil, waktu pengeringan yang tidak dapat ditentukan dan terjadinya kontaminasi dengan mikroba sangat tinggi sebab dilakukan pada tempat terbuka (Winarno *et al.*, 1980). Sedangkan dengan menggunakan alat bantu mekanis seperti *microwave* memiliki beberapa keuntungan, seperti proses pengeringannya

relatif lebih cepat, konsumsi energi rendah, menghemat biaya dan menghemat waktu (Hartulistiyoso *et al.*, 2011).

Hasil pengeringan apabila disimpan masih memerlukan tempat yang cukup luas, karena bentuknya yang tidak seragam. Untuk menyeragamkannya dapat dilakukan proses penepungan. Penepungan selain menyeragamkan ukuran juga dapat memberi nilai tambah pada jahe dan memudahkan untuk pemakaian lebih lanjut. Akan tetapi tahapan penepungan ini dapat mempengaruhi mutu tepung jahe yang diakibatkan oleh durasi penepungan yang digunakan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk melihat sifat enjiniring dari tepung jahe merah yang dihasilkan dari proses pengeringan menggunakan *microwave* dengan perlakuan daya *microwave* dan durasi penepungan.

1.2 Rumusan Masalah

Metode pembuatan tepung jahe merah menggunakan alat pengering *microwave* dapat ditentukan oleh 2 perlakuan, yaitu daya *microwave* dan durasi penepungan. Kedua perlakuan tersebut kemungkinan akan berpengaruh terhadap sifat enjiniring dari produk tepung jahe merah yang dihasilkan. Sebab saat ini, informasi tentang proses pengeringan jahe merah menggunakan *microwave* pada pembuatan tepung jahe merah masih terbatas. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan menggunakan *microwave* yang dilakukan pengujian pada daya *microwave* dan durasi penepungan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah pengeringan menggunakan *microwave* dengan perlakuan daya *microwave* dan durasi penepungan. Analisis enjiniring terhadap tepung jahe merah yang dihasilkan dibatasi pada, warna, densitas curah, sudut tumpukan, daya serap air dan daya serap minyak.

1.4 Tujuan

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mempelajari proses pengolahan jahe merah menjadi tepung menggunakan alat pengering *microwave*. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini, yaitu :

1. mengukur sifat enjiniring jahe merah hasil pengeringan *microwave* yang meliputi warna, densitas curah, sudut tumpukan, daya serap air dan daya serap minyak,
2. mempelajari hubungan daya *microwave* dan durasi penepungan terhadap sifat enjiniring tepung jahe merah.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu memberikan informasi tentang teknologi pembuatan tepung jahe merah menggunakan *microwave* dan sifat enjiniring tepung jahe merah yang dihasilkan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Jahe Merah

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) adalah salah satu bumbu dapur yang sudah lama dimanfaatkan sebagai tanaman obat. Pemakaian jahe sebagai tanaman obat ini semakin berkembang seiring dengan mulai berkembangnya pemakaian bahan alami sebagai obat dan berkembangnya ilmu teknologi (Herlina, 2002:8-9).

Jahe merah memiliki batang berbentuk bulat kecil, berwarna hijau kemerahan, dan sedikit keras karena diselubungi oleh pelepah daun. Rimpang jahe berwarna merah hingga jingga muda. Ukuran rimpang pada jahe merah lebih kecil yaitu panjang 12,33-12,60 cm dan tinggi 5,86-7,03 cm. Selain itu kandungan yang membedakan jahe merah dengan jahe yang lainnya, yaitu minyak atsiri 2,58-2,78 % dihitung dari berat kering dan oleoresin lebih banyak sekitar 3%. Oleoresin ini dapat diketahui dari aroma pedas jahe merah yang sangat tinggi (Herlina, 2002).

2.2 Penanganan Pasca Panen Jahe

Penanganan pasca panen dilakukan agar jahe dapat di minimalkan dari kerusakan dan meningkatkan nilai ekonomi. Menurut Sembiring dan Yuliani (Tanpa Tahun), tahap proses penanganan pasca panen, yaitu sebagai berikut.

1. Penyortiran awal (segar)

Rimpang jahe dibersihkan dari tanah, gulma dan bahan yang busuk. Tujuan dari sortasi ini untuk mengurangi jumlah pengotor yang ikut terbawa dalam bahan, mencegah lecetnya permukaan kulit dan mempermudah pencucian.

2. Pencucian

Pencucian terhadap rimpang segera dilakukan untuk mencegah kontaminasi serta pembusukan yang dapat mempengaruhi mutu rimpang. Sumber air untuk mencuci rimpang diharapkan berasal dari mata air, sumur atau PAM. Penggunaan air sungai tidak dianjurkan untuk menghindari terkontaminasi baik oleh bakteri Ecoli atau patogen. Cara pencucian dapat dilakukan dengan penyemprotan bertekanan tinggi dan dibantu dengan sikat yang terbuat dari plastik.

3. Penirisan atau pengeringan

Rimpang yang sudah dicuci ditiriskan menggunakan rak pengering yang terbuat dari kawat berlubang dan rimpang dibolak-balik untuk keseragaman pengeringan. Rak pengering harus bersih, tidak berkarat dan ditempatkan pada tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung. Pengeringan cukup dengan cara diangin-anginkan dan dilakukan sampai airnya tidak tiris lagi (4-6 hari).

4. Sortasi dan Grading

Rimpang yang telah dicuci bersih dan sudah ditiriskan dipisahkan sesuai dengan ukuran serta tujuan penggunaan. Untuk dipasarkan ukuran disesuaikan dengan mutu permintaan atau standar perdagangan. Pengemasan

Bahan baku yang sudah disortir dikemas dengan menggunakan plastik atau peti yang terbuat dari kayu.

5. Penyimpanan

Setelah dikemas jahe dapat disimpan di ruang penyimpanan yang bersih dari jamur, terdapat sirkulasi udara, kelembaban udara rendah (65%) dan suhu maksimal 30°C.

2.3 Pengeringan

Menurut Winarno *et al.*, (1980:45), pengeringan merupakan metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dengan cara menguapkan air tersebut dengan bantuan energi panas. Bahan tersebut dipanaskan hingga batas tertentu agar mikroba tidak dapat tumbuh lagi di dalamnya. Prinsip pada pengeringan adalah proses terjadinya pindah panas dari media pengering dan difusi air (pindah massa) dari bahan yang dikeringkan (Estiasih dan Ahmadi, 2009:88). Proses perpindahan panas terjadi karena suhu bahan lebih rendah dari pada suhu udara yang dialirkan di sekelilingnya. Panas yang diberikan akan menaikkan suhu bahan yang menyebabkan tekanan uap air di dalam bahan lebih tinggi dari pada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara yang merupakan perpindahan massa.

Pada proses pengeringan dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti pemanasan langsung dengan menggunakan sinar matahari atau dengan bantuan

alat mekanis. Keuntungan dari proses pengeringan yaitu memperpanjang umur penyimpanan bahan karena kandungan air telah berkurang, sehingga aktifitas mikroorganisme berkurang dan memperlambat atau menghilangkan proses pembusukan (Winarno *et al.*, 1980:45).

Menurut Estiasih dan Ahmadi (2009:101-106), dalam pengeringan pangan umumnya diinginkan kecepatan pengeringan yang maksimal. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan pengeringan, yaitu:

1. Luas permukaan, pengirisan pada suatu bahan ditunjukkan supaya pada proses pengeringan dapat berjalan lebih cepat. Maka pengirisan permukaan bahan yang luas dapat membuat bahan yang terpapar panas menjadi banyak, sehingga membuat air yang menguap lebih banyak dan membuat penurunan jarak yang harus ditempuh oleh panas.
2. Suhu, semakin tinggi suhu udara maka semakin banyak uap air yang ditampung oleh udara tersebut sebelum mencapai titik jenuh. Hal ini menunjukkan bahwa udara bersuhu tinggi lebih cepat mengambil air dari bahan sehingga proses pengeringan lebih cepat.
3. Kecepatan pergerakan udara, udara bergerak atau bersirkulasi akan lebih cepat mengambil uap air dibandingkan udara yang diam. Pada proses pergerakan udara, uap air dari bahan akan diambil dan terjadi mobilitas yang menyebabkan udara tidak mencapai titik jenuh.
4. Tekanan atmosfer, pada normalnya air mendidih (100°C) membutuhkan tekanan sebesar 1 atmosfer. Jika tekanan yang diberikan kurang dari 1 atmosfer maka air mendidih tidak akan sampai 100°C atau membuat titik didih air semakin rendah. Sehingga membuat penguapan air pada bahan semakin cepat.

Menurut Wirakartakusumah *et al.*, (1992:189-192), selama proses pengeringan suatu akan terjadi atau menimbulkan perubahan, antara lain seperti : *shrinkage* (penyusutan) akibat dari hilang atau berkurangnya volume air dalam bahan. *Browning* (pencoklatan), hal ini disebabkan karena reaksi antara bahan organik dengan gula pereduksi dan asam-asam amino dengan gula pereduksi yang terkandung dalam bahan. *Case hardening*, merupakan keadaan bahan dengan bagian luar telah kering namun bagian masih basah karena disebabkan oleh

penggunaan suhu yang terlalu tinggi sehingga menyebabkan permukaan bahan pangan cepat mengering dan menjadi keras.

2.4 Microwave

Microwave merupakan sebuah peralatan rumah tangga yang biasanya dipergunakan untuk memasak. Pada dasarnya oven *microwave* bekerja dengan cara melewatkan gelombang mikro atau radiasi elektromagnetik yang berfrekuensi 2,45 GHz (dengan panjang gelombang 12,24 cm) pada sampel yang ada di dalam ruang masaknya (Qadariyah *et al.*, 2009).

Mekanisme pengeringan *microwave* dengan cara memancarkan radiasi gelombang mikro pada molekul air yang terkandung pada bahan makanan. Molekul pada bahan makanan bersifat elektrik dipol (*electric dipoles*), artinya molekul tersebut memiliki muatan negatif pada satu sisi dan muatan positif pada sisi yang lain. Akibatnya ada medan elektrik yang berubah-ubah dan diinduksikan melalui gelombang mikro tersebut menyebabkan masing-masing akan berputar untuk saling mensejajarkan diri antara satu dengan lainnya. Pergerakan molekul tersebut akan menciptakan panas seiring dengan timbulnya gesekan antar molekul. Pada peristiwa inilah akan menghasilkan energi panas di dalam *microwave*. (Estiasih dan Ahmadi, 2009:99).

Perbedaan antara *microwave* dengan oven konveksi terletak pada proses pemanasan bahan. Pada oven konveksi pemanasan terjadi melalui perambatan panas dari sumber panas ke permukaan bahan. Dari permukaan bahan tersebut, panas merambat masuk ke dalam bahan. Sehingga permukaan bahan mendapatkan panas yang lebih intensif. Sedangkan pada *microwave* panas yang diperoleh dihasilkan dari bagian dalam bahan pada saat molekul polar mengalami gesekan akibat pancaran gelombang mikro. Panas tersebut selanjutnya merambat secara merata ke seluruh bagian bahan.

Selain itu juga terdapat faktor yang mempengaruhi kinerja *microwave*, yaitu: disipasi dan ketebalan bahan. Disipasi adalah kemampuan material untuk meningkatkan suhunya menggunakan gelombang mikro pada frekuensi dan suhu tertentu (Qadariyah *et al.* 2009). Ketebalan bahan ini berhubungan dengan

besarnya daya tembus gelombang mikro yang mengakibatkan daya tembusnya tidak merata di setiap titik ketebalan bahan, sehingga pemanasan pun tidak sama antara titik bahan. Jumlah sampel akan sangat berpengaruh, semakin besar sampel yang dipanaskan oleh oven gelombang mikro maka semakin besar pula daya dan waktu yang dibutuhkan (Gunawan, 2008). Pengeringan *microwave* memiliki beberapa keuntungan, seperti proses pengeringannya relatif lebih cepat, konsumsi energi rendah, menghemat biaya, menghemat waktu (Hartulistiyoso *et al.* 2011).

2.5 Tepung Jahe

Tepung jahe merupakan bentuk hasil pengolahan lanjutan dari jahe kering dengan cara penggilingan. Pembuatan tepung ini dilakukan untuk menyeragamkan ukuran agar memudahkan dalam proses penyimpanan dan memudahkan dalam pemakaian lebih lanjut. Berdasarkan persyaratan dan keamanan standart mutu, kadar air dalam produk tepung jahe adalah 7-12 % atau rata-rata 10%. Ketentuan yang sudah umum terkait dengan ukuran partikel tepung jahe yaitu lolos ayakan 50-60 *mesh* (Sembiring dan Yuliani, Tanpa Tahun).

Menurut Suprapti (2003), tahapan pembuatan tepung jahe dimulai dari jahe segar hasil panen dipisahkan dari batang dan dibersihkan akar serabutnya. Tanah yang melekat pada jahe dibersihkan dengan disemprot air. Setelah pencucian jahe ditiriskan di tempat yang teduh (tidak terkena sinar matahari secara langsung). Kemudian jahe disortasi atau dipilih-pilih sesuai dengan keperluan. Untuk mendapatkan tepung jahe yang berwarna kuning dilakukan proses lanjutan berupa perendaman dengan air bersih selama 12 jam, agar mempermudah pengupasan dan mencegah kerusakan jaringan didekat kulit. Sedangkan untuk mendapatkan tepung jahe berwarna coklat, kulit tidak perlu dilakukan pengupasan. Selanjutnya jahe di potong secara melintang dengan ketebalan ± 3 mm. Tahapan selanjutnya adalah proses pengeringan. Pengeringan dengan menggunakan sinar matahari langsung membutuhkan waktu sekitar 3 hari dan apabila menggunakan oven dengan suhu 60°C membutuhkan waktu sekitar 1 hari. Pada proses pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan jahe sampai $\pm 10\%$. Jahe kering setelah pengeringan kemudian dihaluskan dengan

alat penepungan dan diayak dengan ukuran 60 *mesh*. Selanjutnya dilakukan proses pengemasan tepung jahe.

2.6 Karakteristik Sifat Enjiniring

Sifat enjiniring merupakan sifat dasar yang dimiliki oleh suatu bahan yang dapat dijadikan salah satu kriteria untuk menetapkan mutu dan efisiensi proses produksi. Sifat enjiniring hasil pertanian penting diketahui karena berkaitan dengan proses pengolahan, penanganan, penyimpanan dan perancangan alat-alat dalam pengembangan industri dan teknologi. Sifat enjiniring meliputi: warna, densitas curah, sudut tumpukan, daya serap air dan daya serap minyak.

2.6.1 Warna

Warna merupakan salah satu indikator penentuan mutu bahan makanan. Secara visual faktor warna tampil lebih dahulu dan terkadang sangat menentukan. Selain sebagai indikator mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan. Hal ini dapat ditunjukkan dengan adanya warna yang seragam dan merata. Warna pada bahan pangan dapat diukur dengan menggunakan alat seperti *spektrofotometer* atau alat lain yang dirancang khusus untuk mengukur warna (Winarno, 2002:171).

Kandungan warna setiap bahan memiliki nilai yang berbeda-beda. Nilai warna berupa kecerahan (L) yang mempunyai nilai dari 0 (hitam) sampai 100 (putih), kandungan warna dari merah hingga hijau (a) dan kandungan warna dari kuning hingga biru (b). Nilai +a dari 0 sampai 100 untuk warna merah dan -a dari 0 sampai -80 untuk warna hijau, nilai +b dari 0 sampai 70 untuk warna kuning dan -b dari 0 sampai -50 untuk warna biru (Hartulistiyoso *et al.* 2011).

2.6.2 Densitas Curah

Densitas curah atau *bulk density* adalah massa partikel yang menempati suatu unit volume tertentu. Densitas curah merupakan ukuran jumlah massa bahan per volume yang ditempatinya termasuk ruang kosong di antara bahan.

Pengukuran volume pada densitas curah dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengukur volume misalnya wadah literan (Rusmono dan Nasution, 2014).

2.6.3 Sudut Tumpukan

Menurut Khalil (2006), sudut tumpukan merupakan sudut yang terbentuk antara bidang datar dengan kemiringan tumpukan suatu bahan ketika bahan dicurahkan dari ketinggian tertentu ke bidang datar. Semakin bebas suatu bahan bergerak, maka sudut tumpukannya semakin kecil dan sebaliknya apabila sudut tumpukan tinggi, maka sifat mengalir bahan lambat.

2.6.4 Daya Serap Air

Daya serap tepung menunjukkan kemampuan tepung tersebut dalam menyerap air. Kemampuan daya serap air suatu bahan pangan seperti tepung ternyata dapat berkurang apabila kadar air dalam tepung (*moisture*) terlalu tinggi (Dessuara *et al.*, 2015). Selain itu, daya serap air juga dapat menentukan mutu dari suatu tepung. Tepung yang memiliki daya serap air 60% dianggap memiliki mutu yang baik. Semakin rendah daya serap airnya, maka makin rendah mutu dari tepung tersebut (Muchtadi *et al.*, 2011).

2.6.5 Daya Serap Minyak

Daya serap minyak merupakan suatu ukuran dari jumlah minyak yang dapat diserap oleh suatu bahan pangan (Nurdin *et al.*, 2008). Daya serap minyak dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kandungan protein, ukuran partikel dan struktur suatu bahan. Ukuran partikel dapat mempengaruhi kemampuan protein dalam menyerap minyak. Semakin kecil ukuran partikel protein maka kemungkinan akan semakin banyak minyak yang terserap.

2.7 Pengaruh Pengeringan terhadap Mutu Produk Jahe

Proses pengeringan telah dikenal luas sebagai salah satu tahap untuk menghasilkan sebuah produk baru yang bertujuan menjaga umur simpan. Pada jahe dilakukan proses pengeringan ini untuk mendapatkan produk baru berupa jahe

kering atau disebut dengan simplisia. Standar mutu kandungan air untuk simplisia adalah 7-12% (Sembiring dan Yuliani, Tanpa Tahun). Tetapi proses pengeringan juga menimbulkan pengaruh terhadap bahan jahe yang dikeringkan, yaitu secara kimia maupun fisik.

Perubahan secara kimia dapat dilihat dari kandungan minyak atsiri antara jahe segar dan jahe kering yaitu pada penelitian yang dilakukan oleh Supriyanto dan Cahyono (2012) menyatakan bahwa kandungan minyak atsiri pada jahe segar sebanyak 3.71% dan pada jahe kering sebanyak 0,94%, perbedaan ini disebabkan karena minyak atsiri ikut menghilang bersama uap air selama proses pengeringan. Sedangkan perubahan secara fisik pada pengeringan dapat dilihat dari perubahan warna jahe. Menurut Syamsir dan Honestin (2009) proses pemanasan dapat menurunkan tingkat kecerahan bahan. Penurunan kecerahan berbanding lurus dengan intensitas panas yang diterima selama proses pengeringan. Kerusakan warna selama proses pengeringan disebabkan degradasi pigmen dan reaksi pencoklatan (Wirakartakusumah *et al.*, 1992).

2.8 Aktivitas Air (a_w)

Aktivitas air adalah jumlah air bebas bahan yang dapat digunakan mikroba untuk pertumbuhannya. Aktivitas air juga disebut perbandingan antara tekanan uap air suatu larutan dengan tekanan uap air murni pada suhu yang sama. Mikroba pada keadaan normal tumbuh pada bahan mengandung air kira-kira 80%. Untuk memperpanjang daya tahan suatu bahan, maka sebagian air pada bahan harus dihilangkan dengan beberapa cara tergantung dari jenis bahan. Bahan pangan yang mempunyai $a_w = 0,70$ dianggap cukup baik dan tahan selama penyimpanan, sebab pada nilai a_w tersebut beberapa mikroba minimum untuk tumbuh (Muchtadi *et al.*, 2011).

2.9 Pencoklatan Non-Enzimatis

Pada setiap proses pengolahan bahan pangan dengan menggunakan media pemanas, akan menimbulkan reaksi pencoklatan. Reaksi pencoklatan non-enzimatis disebabkan oleh adanya reaksi Maillard, karamerisasi dan pencoklatan

akibat vitamin C (Winarno, 1980). Reaksi Maillard merupakan reaksi yang terjadi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat. Reaksi pencoklatan dapat didefinisikan sebagai urutan peristiwa yang dimulai dengan gugus amino, peptida, atau protein dengan hidrosil glikosidik pada gula, diakhiri dengan pembentukan polimer nitrogen berwarna coklat atau melanoidin.

Reaksi non-enzimatis (Maillard) adalah reaksi yang terjadi karena adanya reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amino bebas dari asam amino dan protein. Reaksi ini banyak terjadi pada produk pangan. Reaksi pencoklatan non-enzimatis adalah reaksi pencoklatan yang bukan diakibatkan oleh aktivitas enzim. Reaksi ini meliputi reaksi Maillard, reaksi karamelisasi, dan reaksi oksidasi asam askorbat (vitamin C). Reaksi karamelisasi gula terjadi pada suhu diatas 100°C baik saat dibawah kondisi asam atau basa. Mekanisme reaksi Maillard sangat kompleks, di mana gula amino akan mengalami denaturasi, siklisasi, fragmentasi, dan polimerisasi sehingga terbentuk kompleks pigmen yang disebut melanoidin (Winarno, 1980).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2018 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

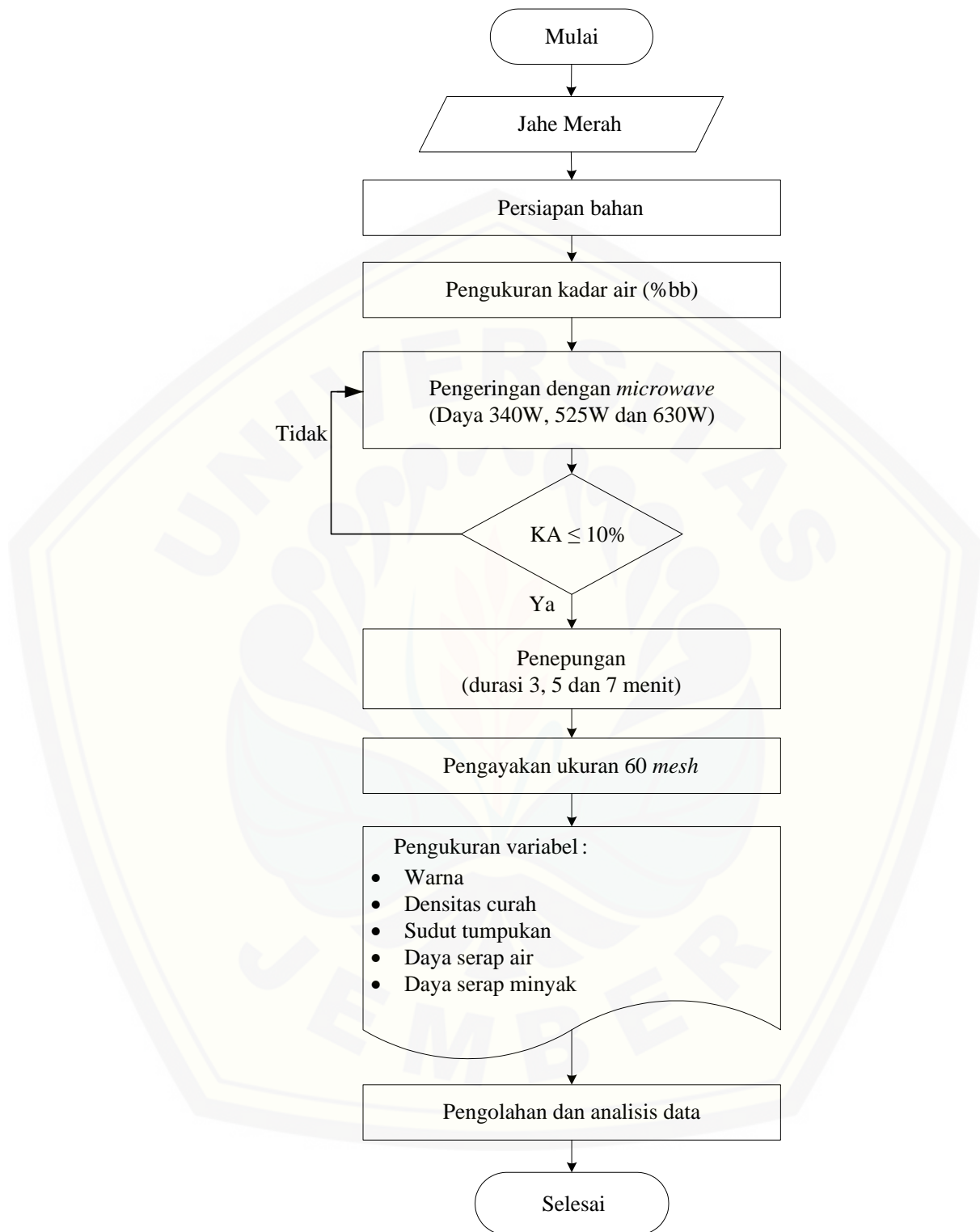
3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu oven *microwave* (*Panasonic* tipe NN-GT547W), oven konveksi (*Memmert*), *color reader* CR-10 (merk *Konica Minolta Sensing*), timbangan digital (*Oxau* *Pioneer* dengan ketelitian 0,01 dan 0,001 gram), ayakan ukuran 60 *mesh*, sentrifuse (*dre contrifuge* tipe 78108), blender (*Philip*) tipe HR 2116, esikator, gelas ukur, tabung reaksi, kertas HVS putih, pisau, kamera, stopwatch, wadah plastik, penjepit dan label penanda.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa rimpang jahe merah yang didapatkan dari Pasar Ngronggo Kota Kediri. Jahe merah yang digunakan masih dalam keadaan segar dan terbebas dari kerusakan (cacat).

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mengacu pada diagram alir penelitian sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan *microwave* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.1 Persiapan Bahan

Persiapan diawali dengan membeli bahan jahe merah di Pasar Grosir Kediri. Jahe merah yang digunakan masih dalam keadaan segar dan terbebas dari kerusakan (cacat), apabila ada kerusakan langsung mensortasi dengan cara membuang bagian rimpang jahe yang cacat. Kemudian membersihkan jahe merah dengan menggunakan air bersih yang mengalir dan menggunakan sikat. Jahe merah yang selesai dibersihkan, kemudian mengupas kulitnya menggunakan pisau dan meniriskannya selama 3-5 menit. Setelah jahe mulai kering dilakukan proses pengecilan ukuran (diiris) secara melintang berbentuk *split* dengan ketebalan ± 3 mm. Pengecilan ukuran menggunakan alat pengiris manual, yaitu pisau.

3.3.2 Pengukuran Kadar Air (%bb)

Pengukuran kadar air basis basah ini menggunakan metode AOAC tahun 1970 (dalam Sudarmadji *et al.* 1997), yaitu mengoven cawan yang akan digunakan pada suhu 100-105°C selama 1 jam kemudian mendinginkan cawan di dalam esikator selama 15 menit dan menimbang cawan tersebut. Memasukkan jahe merah ke dalam cawan kemudian menimbanginya. Selanjutnya mengeringkan jahe merah pada cawan dengan oven bersuhu 105°C selama 6 jam, kemudian di masukan ke dalam esikator selama 15 menit dan menimbanginya. Untuk menghitung kadar air menggunakan Persamaan 3.1.

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

Keterangan:

a = berat cawan (g)

b = berat cawan + bahan (g)

c = berat cawan + bahan setelah dioven (g)

3.3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tujuan untuk mengetahui hubungan daya pengeringan dan durasi penepungan terhadap sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan *microwave*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor yaitu: daya *microwave* dan

durasi penepungan. Setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 27 satuan percobaan. Kombinasi variabel percobaan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel perlakuan dan variabel pengamatan penelitian kajian sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan *microwave*

No	Faktor	Perlakuan	Kode	Variabel pengamatan
1	Daya <i>Microwave</i> (W)	340	P1	a. Warna b. Densitas curah c. Sudut Tumpukan d. Daya serap air e. Daya serap minyak
		525	P2	
		630	P3	
2	Durasi Penepungan (menit)	3	t1	
		5	t2	
		7	t3	

Kombinasi Perlakuan

P1t1	P2t1	P3t1
P1t2	P2t2	P3t2
P1t3	P2t3	P3t3

Selain itu pada penelitian ini juga dilakukan proses kontriling dengan menggunakan oven konveksi. Fungsi kontroling ini untuk mengetahui perbedaan antara hasil pengeringan *microwave* dengan oven konveksi. Perlakuan ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Kombinasi variabel percobaan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Variabel perlakuan dan variabel pengamatan tepung jahe merah hasil pengeringan oven konveksi

No	Faktor	Perlakuan	Variabel pengamatan
1	Suhu (°C)	60	a. Warna b. Densitas curah
2	Durasi Penepungan (menit)	5	c. Sudut Tumpukan d. Daya serap air e. Daya serap minyak

3.3.4 Pengeringan *Microwave*

Pengeringan dengan *microwave* ini menggunakan daya, yaitu: *medium* (340 W), *medium high* (525 W), dan *high* (630 W). Proses pengeringan dimulai dengan memasukkan cawan yang berisi irisan jahe merah sebanyak 100 gram ke dalam *microwave* sampai kadar air jahe kering menjadi ≤ 10 %bb. Apabila masih diatas 10% maka akan dilakukan pengeringan kembali. Interval waktu yang digunakan

untuk pengeringan ini yaitu selama 2 menit untuk menjaga agar bahan tidak gosong.

Penentuan kadar air jahe $\leq 10\%$ dengan cara sebagai berikut : menyiapkan jahe dengan berat 100 gram, kemudian mengambil sampel dan mengukur kadar airnya dengan persamaan 3.1. Setelah itu menghitung berat solid bahan pada sampel 100 gram tersebut dengan Persamaan 3.2

$$\text{Berat bahan (gram)} = a + s \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

a = berat air (g)

s = berat solid (g)

Setelah diketahui berat solid jahe tersebut, dilanjutkan dengan mencari berat jahe kering pada kadar air 10%. Perhitungan tersebut menggunakan Persamaan 3.3 dengan diketahui kadar air dan berat solidnya.

$$\text{Kadar Air (\%)} = a / a + s \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

a = berat air (g)

s = berat solid (g)

Setelah diketahui berat airnya, dilanjutkan dengan menggunakan persamaan 3.2 untuk mengetahui berat bahan jahe kering pada kadar air 10%.

3.3.5 Penepungan

Penepungan merupakan proses pengecilan ukuran jahe kering menjadi butiran yang halus dengan menggunakan unit pengecilan ukuran merk *Philip* tipe HR 2116. Durasi penepungan yang digunakan yaitu 3, 5 dan 7 menit. Dari proses penepungan maka dihasilkan 9 jenis tepung hasil dari 3 variasi daya pengeringan *microwave* pada 3 variasi durasi penepungan.

3.3.6 Pengayakan

Pengayakan yang dilakukan dengan menggunakan ayakan ukuran 60 *mesh* dilakukan untuk mendapatkan tepung jahe merah yang sesuai dengan standar bahan pangan yang berbentuk serbuk. Pengayakan tersebut dilakukan secara

manual. Hasil tepung yang lolos ayakan ukuran 60 *mesh* kemudian dilakukan uji sifat enjiniringnya.

3.3.7 Pengukuran Variabel Pengamatan

a. Pengukuran warna

Pengukuran warna menggunakan alat CR 10 merk *Konica Minolta Sensing*. Kontrol warna menggunakan kertas HVS untuk mendapat nilai L_t , a_t dan b_t . Kemudian memindai 3 titik berbeda pada sampel untuk diperoleh nilai ΔL , Δa , Δb . Untuk menghitung besar nilai L , a , dan b menggunakan Persamaan berikut.

$$L = \Delta L + L_t \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

$$a = \Delta a + a_t \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

$$b = \Delta b + b_t \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

d. Pengukuran densitas curah

Menurut Khalil (1999) (dalam Sunandar dan Hartoyo, 2006), pengukuran densitas curah (*bulk density*) dengan cara memasukan sampel tepung jahe merah ke dalam gelas ukur dengan volume 50 ml hingga penuh tanpa adanya proses pemadatan. Kemudian menimbang berat gelas ukur tersebut. Nilai densitas curah tepung merupakan rasio antara berat tepung jahe merah yang memenuhi gelas ukur dengan volume gelas ukur tersebut seperti pada Persamaan 3.7.

$$\rho_b = mb/V \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan:

ρ_b = densitas curah (g/cm^3)

mb = massa total bahan (g)

V = volume (cm^3)

b. Pengukuran sudut tumpukan

Menurut Khalil (1999) (dalam Sunandar dan Hartoyo, 2006), pengukuran sudut tumpukan dengan cara menjatuhkan tepung pada ketinggian tertentu melalui corong pada bidang datar. Menggunakan kertas putih sebagai alas bidang datar. Kemudian mengukur tinggi dan diameter tumpukan tepung jahe merah tersebut dengan Persamaan 3.8.

$$\text{Sudut Tumpukan} = \arctan \frac{2t}{d} \quad \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan:

t = tinggi (cm)

d = diameter (cm)

c. Pengukuran daya serap air

Menurut Rohmah (2012), pengukuran daya serap air dilakukan dengan cara menimbang tabung reaksi dan memasukan sebanyak 1 gram sampel tepung jahe merah ke dalam tabung reaksi. Kemudian menambahkan air sebanyak 10 ml dan mengkocok selama 30 detik. Kemudian mendinginkan sampel pada suhu ruang selama 30 menit. Setelah itu disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 30 menit dan membuang sisa air yang tidak terserap oleh tepung. Setelah itu menimbang berat tabung reaksi + bahan + air. Perhitungan daya serap air yaitu seperti pada Persamaan 3.9.

$$\text{Daya Serap Air (ml/g)} = (d - c - a) / c \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan:

a = berat tabung reaksi (g)

c = berat sampel (g)

d = berat tabung + bahan + air (g)

e. Pengukuran daya serap minyak

Menurut Rohmah (2012), pengukuran daya serap minyak memiliki prosedur yang sama seperti daya serap air, yaitu: menimbang tabung reaksi dan memasukan sebanyak 1 gram sampel tepung jahe merah. Kemudian menambahkan minyak sebanyak 10 ml dan mengkocoknya selama 30 detik. Kemudian mendinginkan sampel pada suhu ruang selama 30 menit. Setelah itu disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 30 menit dan membuang sisa minyak yang tidak terserap oleh tepung. Setelah itu menimbang berat tabung reaksi + bahan + minyak. Perhitungan daya serap minyak yaitu seperti pada Persamaan 3.10.

$$\text{Daya Serap Minyak (ml/g)} = (d - c - a) / c \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan:

a = berat tabung reaksi (g)

c = berat sampel (g)

d = berat tabung + bahan + minyak (g)

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel 2010* dan *software SPSS 16.0*. Analisis data dilakukan menggunakan uji Anova dua arah untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan *microwave*. Jika terdapat pengaruh maka dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan. Selanjutnya dilakukan uji korelasi metode *Pearson* untuk mengetahui hubungan antara variabel perlakuan dan variabel pengamatan. Data yang dihasilkan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabulasi.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan dapat di buat kesimpulan bahwa:

1. Daya *microwave* berpengaruh nyata terhadap L, a, b, densitas curah, dan daya serap minyak. Durasi penepungan berpengaruh nyata terhadap densitas curah, sudut tumpukan dan daya serap minyak. Sedangkan pada interaksi antara daya *microwave* dan durasi penepungan tidak berpengaruh nyata. Untuk sifat enjiniring pada tepung jahe merah yang didapat adalah sebagai berikut, tingkat kecerahan (L) antara 50,4-52,6; sudut warna (a) antara 7,1-8,0; sudut warna (b) antara 22,1-23,6; densitas curah antara 0,42-0,45 g/cm³; sudut tumpukan antara 45,5°-47,6°; daya serap air antara 3,38-4,02 ml/g; dan daya serap minyak antara 1,16-1,37 ml/g.
2. Kombinasi perlakuan daya *microwave* dan durasi penepungan mempengaruhi sifat enjiniring tepung jahe merah yang dihasilkan. Pada perlakuan daya *microwave* memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap variabel pengamatan L dan daya serap minyak (DSM). Sedangkan perlakuan daya *microwave* untuk variabel pengamatan a, b, dan daya serap air (DSA) memiliki hubungan yang berbanding lurus. Pada perlakuan durasi penepungan memiliki hubungan yang berbanding lurus terhadap variabel pengamatan densitas curah (DC) dan sudut tumpukan (ST).

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti pada penelitian ini yaitu perlunya penelitian lanjut tentang penambahan variabel pengamatan fisik tepung jahe merah dan kandungan gizi tepung dari hasil pengeringan *microwave*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., G. Wijonarko, dan B. Sustriawan. 2016. Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional Tepung Jagung yang Diproses Melalui Fermentasi. *Jurnal Agritech*. Vol. 36 (2): 160-169.
- Dessuara, C. F., S. Waluyo, dan D. D. Novita. 2015. Pengaruh Tepung Tapioka Sebagai Bahan Substitusi Tepung Terigu Terhadap Sifat Fisik Mie Herbal Basah. *Jurnal Teknik Pertanian*. Vol 4 (2): 81-90.
- Estiasih, T., dan Ahmadi. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fitirani, S., A. Ali, dan Widiastuti. 2013. Pengaruh Suhu dan Pengeringan terhadap Mutu Manisan Kering Jahe (*Zingiber Officinale* Rosc.) dan Kandungan Antioksidannya. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. Vol 12 (02):1-8.
- Gunawan, R. H. 2008. Pengaruh Pemanasan dengan Oven Gelombang Mikro (*Microwave*) Terhadap Mortalitas Serangga Hama Gudang *Callosobruchus chinensis* (L.). (*Coleoptera : Bruchidae*), Kandungan Pati Dan Protein Kacang Hijau (*Vigna radiata* (L.)). *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Hakim, A. L., I. Taruna, dan Sutarsih. 2014. Kualitas Fisik Tepung Sukun Hasil Pengeringan dengan *Microwave*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 01 (1): 1-5.
- Hartulistiyoso, E., R. Hasbulah, dan E. Priyana. 2011. Pengeringan Lidah Buaya (*Aloe Vera*) Menggunakan Oven Gelombang Mikro (*Microwave Oven*). *Jurnal Keteknikan Pertanian*. Vol 25 (2): 141-146.
- Herlina, R. 2002. *Khasiat dan Manfaat Jahe Merah Si Rimpang Ajaib*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Ibrahim, A. M., Yunianta, dan F. H. Sriherfyna. 2015. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu Ekstraksi Terhadap Sifat Kimia dan Fisik Pembuatan Minuman Sari Jahe Merah (*Zingiber Officinale* var. *Rubrum*) dengan Kombinasi Penambahan Madu Sebagai Pemanis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol 3 (02): 530-541.
- Kementrian Pertanian. 2017. *Sub Sektor Holtikultura*. <http://www.pertanian.go.id/Data5tahun/pdf-HORTI2017/3.3-Produktivitas%20Jahe.pdf> Diakses [29 Maret 2017].

- Khalil. 2006. Pengaruh Penggilingan dan Pembakaran terhadap Kandungan Mineral dan Sifat Fisik Kulit Pensi (*Corbiculla Sp*) untuk Pakan. *Media Peternakan*. Vol 29 (02): 70-75.
- Lidiasari, E., M. I. Syafutri, dan F. Syaiful. 2006. Pengaruh Perbedaan Suhu Pengeringan Tepung Tapai Ubi Kayu Terhadap Mutum Fisik dan Kimia Yang Dihasilkan. *Jurnal Ilmu Petanian Indonesia*. Vol 8 (2): 141-146.
- Muchtadi, T., Sugiyono, dan A. Fitriyono. 2011. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bandung: ALFABETA.
- Mujnisa, A. 2007. Uji Sifat Jagung Giling pada Berbagai Ukuran Partikel. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*. Vol 6 (1): 1-9.
- Nazimuddin. 2014. Mutu Fisik Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas l.*) Hasil Pengeringan *Microwave* yang Dipengaruhi Varietas dan Durasi Proses Penepungan. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Negeri Jember.
- Nurdin, S. U., Suharyono dan S. Rizal. 2008. Karakteristik Fungsional Polisakarida Pembentuk Gel Daun Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia Merr.*). *Jurnal Teknologi Dan Industri Hasil Pertanian*. Vol 13 (01): 4-9.
- Prabowo, B. 2010. Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Millet Kuning dan Tepung Millet Merah. *Skripsi*. Semarang: Teknologi Hasil Pertanian Universiats Sebelas Maret.
- Priastuti, R. C., Tamtin dan D. Suhandy. 2016. Pengaruh Arah dan Ketebalan Irisan Kunyit terhadap Sifat Fisik Tepung Kunyit yang Dihasilkan. *Jurnal Teknik Pertania*. Vol 5 (2): 101-108.
- Qadariyah, L., D. Mahfud, Novita, dan Cempaka. 2009. Konversi Gliserol dengan Gelombang Mikro Secara Batch. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol 4 (1) : 281-286.
- Rohmah, M. 2012. Karakteristik Sifat Fisikokimia Tepung dan Pati Pisang Kapas (*Musa comiculata*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 8 (1): 20-24.
- Rukmana, R. 2000. *Usaha Tani*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rusmono, M., dan Z. Nasution. 2014. *Sifat Fisik dan Bahan Kimia Bahan Baku Industri*. Serial on-Line. <http://www.repository.ut.ac.id/4547/1/LUHT4442-M1.pdf> Diakses [02 Mei 2017].

- Sembiring, B. S., dan S. Yuliani. Tanpa Tahun. *Penanganan dan Pengolahan Rimpang Jahe..* Serial onLine. <http://balittro.litbang.pertanian.go.id/ind/images/publikasi/monograph/jahe/penangan%20dan%20pengolahan%200rimpang%20jahe.pdf> Diakses [04 April 2017].
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Suprapti, M. L. 2003. *Aneka Awetan Jahe*. Yogyakarta : Kanisius.
- Supriyanto dan B. Cahyono. 2012. Perbandingan Kandungan Minyak Atsiri antara Jahe segar dan Jahe Kering. *Chemistry Progress*. Vol. 5 (02): 81-85.
- Sunandar, F. H., dan A. Hartoyo. 2006. Pemanfaatan Tepung Komposit Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas L*) Kecambah Kedelai (*Glycine max Merr.*) dan Kecambah Kacang Hijau (*Virginia radiata L*) Sebagai Subtituen Parsial Terigu dalam Produk Pangan Alternatif Biskuit Kaya Energi Protein. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. Vol. 17 (01): 50-57.
- Syah, H., Yusmanizar, dan O. Maulana. 2013. Karakteristik Fisik Bubuk Kopi Arabika Hasil Penggilingan Mekanis dengan Penambahan Jagung dan Beras Ketan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. Vol. 5 (01): 32-27.
- Syamsir, E. dan T. Honesti. 2009. Karateristik Fisiko-kimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Varietas Suku dengan Varietas Proses Penepungan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol 20 (2): 90-95.
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G., S. Fardiaz, dan D. Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: PT Gramedia.
- Winarti, C., dan Hernani. Tanpa Tahun. *Kandungan Bahan Aktif Jahe dan Pemanfaatannya dalam Bidang Kesehatan*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian.
- Wirakartakusumah, Subarna, Arpah, Syah dan Budiwati. 1992. *Peralatan dan Unit Proses Industri Pangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran A. Data Laju Penurunan Berat Jahe Merah

Waktu (menit)	Daya (W)								
	340			525			630		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	100,02	100,01	100,02	100,00	100,02	100,00	100,03	100,00	100,02
2	91,32	90,91	91,84	84,12	83,98	85,37	81,49	78,83	77,23
4	74,29	73,75	75,38	60,83	63,02	62,53	47,56	47,93	45,24
6	68,43	67,64	66,26	42,65	47,31	46,83	26,38	25,15	23,96
8	46,83	44,12	45,22	36,31	36,15	37,02	19,02	18,49	18,32
10	38,54	38,91	39,72	27,16	27,06	26,91	16,35	16,02	16,45
12	28,42	27,18	28,16	21,48	22,29	20,59	15,90	15,96	15,96
14	22,89	21,43	21,46	18,72	17,35	17,96	15,88	15,84	15,90
16	19,28	18,32	18,01	16,00	15,99	16,01			
18	17,55	17,42	17,78	15,90	15,79	15,88			
20	16,18	16,14	17,05						
22	16,01	16,13	16,13						
24	16,01	16,13	16,02						
25			16,02						

Lampiran B. Data Rendemen Proses Pembuatan Tepung Jahe Merah

P1 = Daya 340 Watt (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Berat (gram)				Rendemen (%)
		Jahe Merah	Jahe merah kering	Tepung tidak lolos ayakan	Tepung lolos ayakan	
1	P1t1	702	96.35	43.20	52.72	7.5
2	P1t2	710	96.23	32.70	62.90	8.9
3	P1t3	700	92.79	30.39	61.76	8.8

P2 = Daya 525 Watt (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Berat (gram)				Rendemen (%)
		Jahe Merah	Jahe merah kering	Tepung tidak lolos ayakan	Tepung lolos ayakan	
1	P2t1	704	92.22	35.63	55.59	7.9
2	P2t2	705	91.75	29.49	62.01	8.8
3	P2t3	709	96.38	32.96	62.56	8.8

P3 = Daya 630 Watt (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Berat (gram)				Rendemen (%)
		Jahe Merah	Jahe merah kering	Tepung tidak lolos ayakan	Tepung lolos ayakan	
1	P3t1	700	96.85	40.54	56.10	8.0
2	P3t2	711	94.06	28.83	64.71	9.1
3	P3t3	703	95.33	28.16	66.69	9.5

Kontrol suhu 60°C (t = 5 menit)

No	Sampel	Berat (gram)				Rendemen (%)
		Jahe Merah	Jahe merah kering	Tepung tidak lolos ayakan	Tepung lolos ayakan	
1	Kontrol	700	92.78	28.25	63.78	9.1

Lampiran C. Data Hasil Kombinasi Perlakuan terhadap Variabel Pengamatan

a. Data tingkat kecerahan (L)

P1 = Daya 340 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P1t1	50.9	52.1	51.2	51.4	0.6
2	P1t2	52.1	52.5	51.9	52.1	0.3
3	P1t3	50.9	52.4	54.4	52.6	1.8

P2 = Daya 525 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P2t1	49.7	50.7	50.9	50.4	0.7
2	P2t2	50.1	50.7	50.3	50.4	0.3
3	P2t3	49.6	52.1	52.0	51.2	1.4

P3 = Daya 630 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P3t1	51.0	51.2	49.8	50.6	0.8
2	P3t2	49.9	50.9	52.3	51.0	1.2
3	P3t3	51.4	51.3	51.7	51.5	0.2

Kontrol suhu 60°C (t = 5 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	Kontrol	54.2	54.0	53.9	54.1	0.2

b. Data sudut warna (a)

P1 = Daya 340 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P1t1	7.6	7.5	7.9	7.7	0.2
2	P1t2	6.8	7.7	6.7	7.1	0.6
3	P1t3	7.7	7.6	7.3	7.5	0.2

P2 = Daya 525 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P2t1	7.8	7.5	8.3	7.9	0.4
2	P2t2	8.0	7.7	8.2	8.0	0.3
3	P2t3	7.9	8.1	7.6	7.9	0.3

P3 = Daya 630 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P3t1	7.7	8.1	8.0	7.9	0.2
2	P3t2	8.0	8.2	7.7	8.0	0.3
3	P3t3	7.3	7.8	7.8	7.6	0.3

Kontrol suhu 60°C (t = 5 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	Kontrol	6.5	6.3	6.3	6.4	0.1

c. Data sudut warna (b)

P1 = Daya 340 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P1t1	22.5	22.0	20.4	21.6	1.1
2	P1t2	22.5	22.5	22.4	22.5	0.0
3	P1t3	23.3	22.5	21.9	22.6	0.7

P2 = Daya 525 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P2t1	22.2	21.9	21.5	21.9	0.3
2	P2t2	22.6	21.6	21.0	21.7	0.8
3	P2t3	22.1	23.0	22.1	22.4	0.5

P3 = Daya 630 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P3t1	23.3	22.8	21.4	22.5	1.0
2	P3t2	23.9	22.7	23.4	23.4	0.6
3	P3t3	23.7	23.0	22.9	23.2	0.4

Kontrol suhu 60°C (t = 5 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	Kontrol	25.6	25.0	25.0	25.2	0.3

d. Data densitas curah (DC)

P1 = Daya 340 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P1t1	0.44	0.43	0.44	0.43	0.00
2	P1t2	0.44	0.45	0.45	0.45	0.01
3	P1t3	0.46	0.46	0.45	0.45	0.01

P2 = Daya 525 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P2t1	0.43	0.45	0.42	0.43	0.01
2	P2t2	0.44	0.44	0.42	0.43	0.01
3	P2t3	0.44	0.45	0.45	0.45	0.00

P3 = Daya 630 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P3t1	0.42	0.41	0.42	0.42	0.01
2	P3t2	0.42	0.43	0.43	0.43	0.01
3	P3t3	0.43	0.41	0.43	0.42	0.01

Kontrol suhu 60°C (t = 5 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	Kontrol	0.41	0.40	0.41	0.41	0.00

e. Data sudut tumpukan (ST)

P1 = Daya 340 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P1t1	46.0	46.7	44.9	45.8	0.9
2	P1t2	46.1	46.7	46.8	46.5	0.4
3	P1t3	46.0	47.3	47.7	47.0	0.9

P2 = Daya 525 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P2t1	44.9	45.7	46.6	45.7	0.9
2	P2t2	46.5	45.6	45.4	45.8	0.6
3	P2t3	46.4	47.0	46.6	46.7	0.3

P3 = Daya 630 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P3t1	46.4	45.4	44.8	45.5	0.8
2	P3t2	47.5	47.1	46.1	46.9	0.7
3	P3t3	48.4	46.5	47.8	47.6	1.0

Kontrol suhu 60°C (t = 5 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	Kontrol	47.9	47.3	46.7	47.3	0.6

f. Data daya serap air (DSA)

P1 = Daya 340 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P1t1	3.70	3.76	3.58	3.68	0.09
2	P1t2	3.52	3.78	3.24	3.51	0.27
3	P1t3	3.38	4.18	3.38	3.65	0.46

P2 = Daya 525 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P2t1	3.40	3.90	3.62	3.64	0.25
2	P2t2	3.19	3.68	3.27	3.38	0.26
3	P2t3	3.51	3.52	3.45	3.50	0.04

P3 = Daya 630 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P3t1	3.88	4.41	3.78	4.02	0.34
2	P3t2	3.38	4.16	3.48	3.67	0.42
3	P3t3	3.63	4.30	3.87	3.93	0.34

Kontrol suhu 60°C (t = 5 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	Kontrol	3.49	3.47	3.47	3.48	0.01

g. Data daya serap minyak (DSM)

P1 = Daya 340 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P1t1	1.41	1.43	1.27	1.37	0.09
2	P1t2	1.37	1.19	1.25	1.27	0.09
3	P1t3	1.30	1.27	1.35	1.31	0.04

P2 = Daya 525 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P2t1	1.31	1.24	1.38	1.31	0.07
2	P2t2	1.16	1.21	1.16	1.18	0.03
3	P2t3	1.15	1.17	1.23	1.18	0.04

P3 = Daya 630 W (t1 = 3 menit, t2 = 5 menit, t3 = 7 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	P3t1	1.28	1.23	1.23	1.25	0.03
2	P3t2	1.18	1.16	1.15	1.16	0.01
3	P3t3	1.16	1.13	1.23	1.17	0.05

Kontrol suhu 60°C (t = 5 menit)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	StanDev
		1	2	3		
1	Kontrol	1.18	1.10	1.03	1.11	0.07

Lampiran D. Data Hasil Analisis Korelasi antara Variabel Perlakuan dan Variabel Pengamatan

	Daya	Durasi	L	a	b	DC	ST	DSA	DSM
Daya	1								
Durasi	0	1							
L	-0.442*	0.359	1						
a	0.507**	-0.157	-0.483**	1					
b	-0.462*	0.318	0.704**	-0.616**	1				
DC	-0.407*	0.616**	0.380*	-0.416*	0.399*	1			
ST	0.056	0.629**	0.474**	-0.224	0.506**	0.183	1		
DSA	0.281	-0.116	0.077	0.210	-0.313	-0.362*	0.017	1	
DSM	-0.517**	-0.319	0.271	-0.425*	0.378*	0.024	0.047	-0.078	1